Phys.g. 57-2

Jg. 1764²

<36626168040014
<36626168040014
Bayer. Staatsbibliothek

Phys. gen. ~~292~~ 57

Physica. Systemata & methodi; 179.

R

Anton Bruchhausen
Professor auf der Universität zu Münster

Anweisung
zur
Physik

aus dem Lateinischen
mit Zusätzen und Anmerkungen
von
Joseph Bergmann
Professor zu Mainz

Zweiter Theil.

mit 1 Kupfertafel.

Mainz
in der kurfürstlich privilegirten Universitätsbuchhandlung
1790.

Vorrede des Uebersetzers.

In dem zweyten Theile dieses gegenwärtigen Lehrbuches ist manche schöne und nützliche Stelle enthalten, welche man in andern dergleichen Elementarbüchern nicht findet; aber auch sehr vieles, was man schon vor fünfzig und mehrern Jahren gewußt und gelehrt hat, und folglich zu unsern Zeiten nichts neues ist. Zum Beyspiele sind un-

ter andern die Lehren von der Luft und dem Feuer. — Gewußt und gelehrt, als wahr, wahrscheinlich, oder falsch? Die Auflösung dieser Frage hängt von den Beweisen der Bruchausenschen Lehrsätze ab, welche in Vergleichung mit andern entgegengesetzten Meinungen zu prüfen, und nach den Gesetzen der gesunden Logik zu beurtheilen, ein jeder berechtiget ist, der mit gutem Willen und Verstande nach der Wahrheit forschet. Da es hier blos auf Beweise ankömmt; so darf das Vorurtheil der Neuheit eben so wenig Einfluß haben, als das Vorurtheil des Alterthums.

Der Besitzstand hat an und für sich im Wissenschaftlichen überhaupt kein Vorrecht; und besonders in der Naturlehre ist er nur in so weit zu behaupten, als die vierte newtonsche Regel zu philosophiren gilt, welche sagt: In der Experimentalphilosophie sind die Sätze, welche aus den Phänomenen gesammelt sind, ungeachtet entgegengesetzter Hypothesen, als wahr, oder höchstwahrschein-

scheinlich anzusehen, bis andere Erscheinungen vorkommen, welche dieselbigen mehr berichtigen, oder einer Ausnahme unterwerfen. Nach Anweisung dieser Regel soll man bey der Wahrheit beharren; übrigens aber seinen Meinungen weder hartnäckig anhangen, noch sich von neuen Erscheinungen leichterdings blenden lassen. Eine Wahrheit, sie mag alt oder neu seyn, ist allzeit verehrungswürdig; und daran ist weiter nichts abzuändern, als etwa hier und da die Form. So ist es löblich, die alte Wahrheit in einem neuen Gewandte nach dem Bedürfnisse der Zeiten zuweilen vorstellen, wenn sie nur nicht dadurch verunstaltet und miskannt wird.

Bey dem Neuerungs- oder Modegeiste eräugnen sich aber gewöhnlich zweyerley Fehler. Einige behalten das Alte bey, oder suchen es beflissentlich aus dem Staube hervor; und verstecken es nur unter neue Wörter. Sehr wohl; wenn dadurch die Terminologie wahrhaft verbessert wird.

Aber meistentheils läuft es auf eine unnütze Logomachie hinaus, nebst dem, was noch schädlicher oder gefährlicher ist, daß öfters ganz irrige Begriffe dadurch veranlaßt werden. Andere machen künstliche Mischungen, und versetzen das Alte mit dem Neuen, blos um neu zu scheinen. Da es ihnen aber oft an altem und neuem, reinem und ächtgutem Silber oder Golde gebricht; so bringen sie nichts als sogenannte Lioner Borden u. a. d. gl. Waaren auf den Markt, welche nur so lange glänzen und gefallen, als sie neu sind. Es fehlt an dem innern Werthe. Indessen wird doch mancher davon geblendet und betrogen; bisweilen auch der Kunstverständige, wenn er es nicht behutsam und genau an dem Probirsteine untersucht. Manchmal ist die Künstley so weit getrieben, daß auch die Kapelle nothwendig ist, das Falsche zu entdecken.

Wahren Dank und Verehrung ist man denjenigen Männern schuldig, welche ohne alles Vor-

urtheil

urtheil aus blosem Triebe, die reine Wahrheit zu erforschen, sich mit Versuchen und Beobachtungen beschäftigen; mittelst derselben Verhältnisse, Beziehungen, Aehnlichkeiten, worauf sich die Naturlehre hauptsächlich gründet, aufsuchen; und hierdurch entweder schon bekannte Wahrheiten mehr erläutern und bestättigen, oder aus den bekannten andere unbekannte zu entdecken sich bemühen. Daß auf diese Weise die Naturwissenschaft außerordentlich viel in den neuern Zeiten gewonnen habe, und noch täglich gewinne, weiß ein jeder, der auch nur mittelmäßig in derselben bewandert und erfahren ist. Nur muß man sich hüten, daß man im urtheilen nicht zu voreilig sey, und aus den angestellten Versuchen und Beobachtungen alsobald auf Ursachen schließe, ehe und bevor man überzeugt ist, daß die Wirkungen oder Phänomene, von welchen die Rede ist, unter den Bedingungen, unter welchen sie sich zutrugen, nicht allein möglich, sondern auch wirklich eine nothwendige Folge der angeblichen Ursachen gewesen seyn, so zwar,

daß eben dieselben Wirkungen oder Phänomene, so oft die nämlichen Bedingungen wieder eintreten, auch jedesmal wieder erfolgen müßen.

Es wäre zu wünschen, daß alle Theile der Physik so bearbeitet wären, und auf so festen Gründen stünden, als z. B. die Hydrostatik und andere Theile der angewandten Mathematik. Aber soweit wird man schwerlich oder gar nicht jemal gelangen; und warum? Man ist gewöhnlich mit den nächsten Ursachen der Phänomene, die wir mittelst unserer Sinne aus den Versuchen und Beobachtungen erkennen, nicht zufrieden. Der menschliche Erforschungsgeist will aus angebohrner Wißbegierde tiefer bis auf die ersten Grundursachen eindringen. Wie ist aber dieses möglich, da wir das innere Wesen der Natur nicht einsehen können. Man bestrebt sich indessen durch Vernunftschlüsse bis auf den Grund zu kommen, wohin die Sinne nicht reichen; man vertieft sich nicht selten in das, was blos metaphysisch möglich, physisch

aber

aber wirklich nicht ist, ja sogar oft unmöglich ist. Daher geschieht es gemeiniglich, daß man auf Hypothesen geleitet wird, deren einige mehr, andere weniger Wahrscheinlichkeit, keine aber das ächte Gepräg der Wahrheit oder Gewißheit an sich haben. Oft werden sie beflissentlich und mühesam ausgesonnen; oft geräth man dahin unvermerkt, indem man den Fehler begeht, welcher in der Logik die Verwirrung des Urtheils mit der Erfahrung genannt wird. Hypothesen sind bisweilen erträglich, wenn sie nur für das ausgegeben werden, was sie sind, und keiner bekannten Wahrheit widerstreben. So haben sie schon mehrmal zu weitern Untersuchungen gedient; und bisweilen auch von Ungefehr auf den wahren Grund geführt.

Ich habe bey Uebersetzung des zweyten Theils der Bruchausenschen Physik keinen Lehrsatz angetroffen, von dem man bis jetzt noch sagen könnte, daß er falsch wäre. Die meisten sind als wahr erwiesen; andere bleiben noch wahrscheinlich,

ungeach-

ungeachtet mancher wichtiger Einwendungen, welche dagegen aus neuern Versuchen und Beobachtungen pflegen gemacht zu werden. Ich fand deswegen nichts wesentliches darinn abzuändern. Indessen habe ich mir doch Mühe gegeben, manche Stelle zu verbessern, so daß diese neue Auflage gewiß mehr als den blosen Namen einer Uebersetzung verdienen soll. Dieses bezeugen die vielfältigen Zusätze und Anmerkungen,* mit welchen dieses Lehrbuch vermehrt ist. Einige darunter dienen zur Erläuterung, andere zur Berichtigung, andere zur Ergänzung dessen, was hier und da von dem Verfasser theils nicht genug bestimmt, theils versehen, theils vergessen seyn mag. Die meisten aber betreffen die physische Literatur und Geschichte, wobey ich, so viel ich weiß, nichts von allem dem unbemerkt oder unberührt gelassen habe, was in den ältern sowohl als in den neuesten Zeiten zur Beförderung der Naturlehre gearbeitet worden, und einer vorzüglichen Aufmerksamkeit würdig ist.

Inhalt.

Inhalt

des zweyten Theils.

Die Luft.

I. Art. Reine und unreine Luft. Schwere und Schnellkraft derselben überhaupt. Seite 1.

II. Art. Die Wasserpumpe und der Heber. 15.

III. Art. Die Luftpumpe und das Barometer. 20.

IV. Art.

IV. Art. Die spezifische Schwere der Luft. 43.

V. Art. Verschiedener Zusammenhang der Luft mit andern Körpern. 51.

VI. Art. Der Wind. 57.

VII. Art. Der Schall überhaupt. 61.

VIII. Art. Unterschiedliche Eigenschaften des Schalls. 65.

IX. Art. Harmonischer Schall. 76.

Das Feuer.

I. Art. Von dem Feuer überhaupt. 90.

II. Art. Besondere Eigenschaften des Feuers. 95.

III. Art. Wie wir mittelst der Sinne von der Wärme und Kälte der Körper urtheilen können. 112.

IV. Art. Von den Thermometern. 116.

V. Art. Erklärung besonderer Phänomene, welche sich in Rücksicht auf die Mittheilung der Wärme durch das Thermometer zeigen. 125.

VI. Art. Wie das in den Körpern versteckte brennbare Wesen aufgelöst; das Feuer frey und wirksam werde. 141.

VII. Art. Phänomene der Flamme. Wie die Flamme und überhaupt die Kraft des Feuers vermehrt, vermindert und ausgelöscht werde. 153.

VIII. Art. Kälte und Eis. 164.

Das Licht und die Farben.

I. Art. Eigenschaften des Lichtes. 183.

II. Art. Theorie über die Natur des Lichtes. 195.

III. Art. Von den Farben. 201.

IV. Art. Durchsichtigkeit und Dunkelheit der Körper. 211.

Die Elektrizität.

I. Art. Vorerinnerungen. 215.

II. Art. Entgegengesetzte, oder positive und negative Elektrizität. 223.

III. Art.

III. Art. Besondere Phänomene der entgegengesetzten Elektrizität. 235.

IV. Art. Phänomene der verstärkten Elektrizität. 246.

V. Art. Der Elektrophor. 256.

VI. Art. Der Kondensator, oder das Mikroelektrometer. 261.

VII. Art. Theorie der Elektrizität. 263.

Das Wasser.

I. Art. Allgemeine Eigenschaften des Wassers. 280.

II. Art. Verschiedenheit des Wassers. 289.

Anweisung zur Physik.

Zweyter Theil

Die Luft.

I. Artikel.

Reine und unreine Luft. Schnellkraft und Schwere derselben.

§. 1.

Erfahrung.

Wenn man die Hand oder einen Fecher schnell gegen das Gesicht bewegt, ohne es damit zu berůhren; so fühlet man, daß etwas daran anstößt, obschon man es nicht sieht. Das erfahren wir, wo immer auf der Erde wir uns befinden. Wir sind also mit einer unsichtbaren Materie umgeben, welche Luft, aer, genannt wird.

§. 2.

Wenn diese Luft mit fremdartigen Kõrperchen vermischt ist: so heißt sie eine unreine Luft; ist sie aber davon befreyet, so nennt man sie eine reine Luft.

§. 3.

Lehrsatz. Unsere gemeine Luft, welche die Erdkugel allenthalben umgiebt, und die atmosphärische Luft genannt wird, ist immer mit vielerley fremdartigen Materien vermischt.

Aus allen Gattungen der Körper gehen beständig unzählige Theilchen von allerley Art in die Luft über. Dieses kann man beobachten an den Dämpfen der flüßigen Körper, an den Ausdünstungen der Thiere und Pflanzen, überhaupt an allen Körpern, da sie verbrennen, gähren, verfaulen, oder auf was immer eine Weise aufgelöst werden. *

Zu=

* Eine Geschichte der Luft und der Begebenheiten in derselben aus dem Französischen des Abts Richard. Frankf. und Leipz. 1773. 74. 1. B. 1. 2. Abtheil. erzählt ausführlich die unterschiedliche Beschaffenheit der Atmosphäre nach Verschiedenheit der Klimaten und Jahrszeiten; und verdient als Geschichte gelesen zu werden; obschon sie das physische Räsonnement betreffend sehr unrichtig ist. — Ob die Luft ein Körper sey von einer eigenen Art, wesentlich unterschieden von allem dem, was man unter dem Namen der Dämpfe und Dünste zu verstehen pflegte; oder ob sie ein wesentliches Gemische sey, zusammengesetzt von jenen sogenannten künstlichen Luftarten, aer factitius, welche uns durch künstliche Prozesse bekannt sind, scheint ein bloser Wortstreit zu seyn. Es kömmt nur darauf an, daß man nach richtigen Erfahrungen erkläre, was unter Luft, Luftgattung, zu verstehen sey. Ist reine Luft ein Abstraktum, so wie man sich eine einfache, reine Substanz denkt, welche an und für sich nicht existirt? oder ist sie wirklich in der Natur befindlich, wie sie sich durch

Zusatz. Daraus erhellet, wie auch Körper von der mit fremdartigen Theilchen vermischten Luft unterschiedliche Veränderungen erleiden können. So wird Potasche, Weinsteinsalz u. d. gl. von der Feuchtigkeit

durch chemische Operationen darstellen läßt, und dephlogistisirte Luft genannt wird? In der Natur ist sie nur verhältnißmäßig rein, und in der atmosphärischen Luft macht sie zuweilen den vierten Theil aus; das übrige ist hauptsächlich phlogistische Luft und Luftsäure; und dennoch sagt man atmosphärische gemeine Luft. Soll etwa reine Luft, als die einzige wahre Luft, nur das Vehikulum oder das Subjekt seyn, mit welchem die andern sogenannten Luftarten, als elastische Dämpfe und Dünste, vermischt wären, und davon den Namen trügen: so wäre das eben so viel, als wenn mit einem Viertel reinem Wasser drey Viertel andere heterogene Flüßigkeiten vermischt würden, und dieses ganze Gemische Wasser, oder auch nur unreines Wasser, heißen sollte. — Schon Plato in Timæo. Lucrez L. 1. v. 782. Cicero L. 2. de nat. deor. Seneca q. nat. u. a. m. glaubten, daß die Luft aus dem Wasser erzeugt würde; Aristoteles de gener. et corrupt. t. 1. L. 2. c. 4. läßt sie aus dem Feuer entstehen. Heute zu Tage wird sie unter mancherley Beschaffenheit und Art aus unzähligen Körpern, sowohl festen als flüßigen, gezogen, eine unsichtbare Flüßigkeit, die durch die Wärme beträchtlich ausgedehnt, und durch die Kälte zusammengezogen wird, ohne jedoch durch letztere je, weder in einen festen noch einen tropfbaren Körper verwandelt werden zu können; die ferner in Gefäße eingeschlossen werden kann, ohne sich in denselben auch in der längsten Zeit, ohne besonderes Zuthun weder zu verändern, noch zu vermindern. s. Lichtenbergs Zusätze

 S. 208.

tigkeit der Luft aufgelöst. Metalle, besonders Eisen, werden von der unreinen Luft rostig. Papier, Haare, Holz, Fischbein ꝛc. werden von der feuchten Luft ausgedehnt; andere Körper z. B. Stricke, gespannt und gewunden. Auf diese Beobachtung gründet sich das Hygrometer, ein Werkzeug, womit die Feuchtigkeit der Luft untersucht wird.*

§. 4.

Ein Anzeichen, ob die Luft mehr oder weniger rein sey, hat man an dem Athmen der Thiere und an dem Verbrennen brennbarer Sachen. Denn je reiner die Luft ist, desto lebhafter ist die Flamme, und der Körper verbrennt geschwinder; hingegen, je unreiner die Luft ist, desto dunkler ist die Flamme, bis sie endlich gar erlöscht. Die Ursache dieses Phänomens wird bey der Theorie des Feuers gegeben werden.** Ferner je reiner die eingeathmete Luft ist, oder je weniger fremde Körpertheilchen mit derselben schon

S. 208. Erxleb. Physik. — Körper von solchen Eigenschaften behandelt der Verfasser in dem III. Theile dieses Handbuches unter dem Namen der Dämpfe und Dünste, nach den Beyspielen von Boerhave, Muschenbroek, Hales, Gravesande, Hauser, Biwald, Krafft, Rohault, und der meisten seiner Vorgänger, obschon auch diese den Namen künstliche Luft schon gebraucht haben. Man vergleiche hingegen damit die neuern Schriften von Priestley, Cavendish, Lavoisier, Gmelin, Ingenhouß, Senebier, Volta, Cavallo, Leonhardi, u. a. m. von welchen am a. O. mehr.

* s. 3. Th. §. 10.

** s. §§. 109. 111.

schon vermengt sind; desto mehr kann sich die aus dem Geblüte in den Lungen abgesonderte Feuchtigkeit an die Luft anhängen, und ausgeathmet werden. Auf solche Weise werden die Luftröhre und die Lungenbläschen beständig gereiniget; und der Mechanismus des Athemholens weniger gehindert. Die Luft wird aber auf folgende Art gereiniget.

§. 5.

Das Becken AFG (Fig. 1.) habe ein wenig unter dem obern Rande AG ein horizontal liegendes Brett BCDE, so breit, daß einige gläserne Gefäße darauf gestellt werden können. Das ganze Becken fülle man mit reinem Brunnenwasser, so, daß das Wasser einige Zolle über das Brett BCDE bis auf AG zu stehen komme. Alsdenn tauche man den gläsernen, an einem Ende offenen Zylinder N unter das Wasser, und hebe ihn umgekehrt, unten offen, mit Wasser angefüllt auf das Brett BCDE. Unter diesen Zylinder N bringe man frische Pflanzen, und stelle alles so vorbereitet an die Sonne. Bald darnach werden sich an den Blättern, besonders an ihrer rauhen untern Oberfläche mehrere kleine Luftbläschen zeigen, welche, wie sie nach und nach größer werden, sich losmachen, durch das Wasser in die Höhe steigen, und einen merklichen Raum über dem Wasser einnehmen.

§. 6.

Lehrs. Diese mittelst der Pflanzen erhaltene Luft ist viel reiner, als unsere atmosphärische.

Ein in solche Luft eingeschlossenes Thier athmet und lebt fünf, auch sechsmal länger als wenn es in eine atmosphärische Luft unter gleichem Raume eingeschlossen ist. Auch die Flamme ist lebhafter, hält sich länger, und der brennende Körper verzehrt sich geschwinder darinn. Nach Ingenhouß Beobachtungen * machen auch die grünen Pflanzen, oder nur ihre frischen Blätter, die atmosphärische Luft innerhalb wenig Stunden reiner, wenn sie in einem Gefäße, welches damit angefüllt ist, an die Sonne gestellt werden. Wenn die Luft etwa durch den Athem der Thiere, durch Fäulung, oder sonst eine Art verdorben ist, so wird sie ebenfalls durch die Pflanzen verbessert.

Anmerkung. 1) Um mittelst der Pflanzen eine reine Luft zu erhalten, ist, wie Ingenhouß beobachtet, nöthig, daß die Pflanzen den Sonnenstralen ausgesetzt seyn. Denn bey der Nacht, im Finstern, bey wolkichtem Himmel, auch bey hellem Wetter, aber im Schatten, geben sie eine unreinere und schädlichere Luft von sich, als die gemeine atmosphärische ist. 2) Nicht alle Pflanzentheile, sondern vorzüglich die Blätter und Blattstiele, dienen die Luft zu reinigen; Wurzeln,

* Ingenhouß handelt hievon umständlich im II. B. seiner vermischten Schriften physisch = medizinischen Inhalts, übers. von Nic. C. Molitor. Wien 1783. — Senebier, recherches sur l' influence de la lumiere solaire, pour metamorphoser l' air fixe en air dephlogistiqué par la vegetation, à Geneve 1783.

zeln, Blüten, Früchte im Schatten sowohl, als an der Sonne, stecken die Luft an.*

Zus. Aus dem vorhergehenden läßt sich schließen, was für einen Nutzen die Pflanzen den Thieren verschaffen,

* So wäre die Luft, wenn die Pflanzen blühen, und Früchte tragen, ungesund! und der Sonnenschein müßte wieder gut machen, was sie zu dieser Zeit, und besonders bey der Nacht verderben. Blumen und vieles Obst in verschlossenen Zimmern sind durch ihre Ausdünstungen gewiß schädlich. Wer wird aber hier Maß, Mittel und Gleichgewicht bestimmen? Hierzu wären noch sehr viele Prüfungen nothwendig. Zu sehr gekünstelte Theorien und darnach gemachte Anwendungen thun gemeiniglich der Natur Gewalt an, und verschlimmern im Allgemeinen mehr, als sie verbessern. Die künstliche ganz reine Luft scheint den Thieren eben so schädlich zu seyn, als den Pflanzen, weil sie zu stark zehrt. Wäre sie allgemein nützlich: so würde sie uns die Natur häufiger darstellen; gleichwie sie die Atmosphäre, in welcher wir leben müssen, immer mit vielerley aufgelösten Körperchen vermischt unterhält. Ungeachtet dieser Mischung kann doch die atmosphärische Luft verhältnißmäßig rein genannt werden; und dient auch gewöhnlich, wenn ihr freyer Zutritt gelassen wird, die Orte zu reinigen, welche mit böser Luft behaftet sind. Jedoch in außerordentlichen Fällen, wo besondere Umstände obwalten, mag auch die künstliche sogenannte dephlogistisirte Luft dienlich seyn. s. N. C. Molitor, Vorrede zu Ingenhoußens verm. Schriften. Eine Zurichtung, ganze Zimmer ohne großen Aufwand und Mühe mit dephlogistisirter Luft anzufüllen, und angefüllt zu erhalten, s. Goth. Magazin 1. B. 3. St. Ingenhouß l. c. über den Einfluß der Pflanzen auf das Thierreich, p. 339. rathet, Wassergeschirre mit Pflan=

schaffen, blos dadurch, daß sie frisch, der Sonne ausgesetzt, zur Sommerszeit, wo die Körper wegen der Wärme mehr zur Fäulung geneigt sind, und die Atmosphäre anstecken, dieselbe von schädlichen Theilchen befreyen, und eine Luft von sich geben, welche, weil sie schwerer als die gemeine atmosphärische ist, zum Athmen tauglicher ist. Es folget weiter, daß diejenigen, welche auf dem Lande wohnen, eine gesündere Luft genießen, als andere in den Städten. Diese Luft ist besonders denjenigen zuträglich, welche mit Krankheiten behaftet sind, welche zu heben eine vollständigere und leichtere Absonderung solcher Theilchen durch die Lunge nothwendig ist, die zur Fäulung geneigt sind. Denn je reiner die Luft ist, desto mehr fremde Theilchen hangen an dieselbige an. Da durch Anpflanzung der Bäume die böse Luft verbessert wird, so gewinnt auch dabey der Feldbau, z. B. in sumpfichten Gegenden, wo der Boden ausgetrocknet, und in urbares Land verwandelt wird.

§. 7.

Wenn Quecksilber in einem nicht ganz geschlossenen Gefäße einige Monathe in einer gelinden Wärme gehal-

Pflanzen der Sonne auszusetzen, und hernach mit diesem Wasser, statt des gemeinen, den Boden der Zimmer zu besprützen; vorzüglich rühmt er darzu den Wasserfaden an.

Viele Beyspiele von verdorbener, dem Leben der Thiere äußerst giftiger Luft, führt Muschenbroek an, *inst. phys.* §. 1334. Daß hier eine dephlogistisirte Luft das Beste wirken könne, daran ist wohl nicht zu zweifeln.

gehalten wird: so verkalket es endlich, und giebt ein Präzipitat, mercurius per se praecipitatus, welches nichts anders ist, als ein seines Pflogistons oder brennbaren Grundstoffes beraubtes Queckfilber, ein wahrer Merkurialkalk. Wenn dieser Kalk in einem ganz verschlossenen Gefäße, ohne daß eine pflogistische Materie zugesetzt wird, ein starkes Feuer erhält: so wird wieder Quecksilber hervorgebracht. Während dieser Reduktion giebt es eine große Menge Luft, welche besonders aufgefangen noch reiner ist, als jene, welche mittelst der Pflanzen erhalten wird.

Auch wenn Mennig in einem verschlossenen Gefäße durch starkes Feuer getrieben wird, entwickelt sich reine Luft. Bey heftigem Feuer geschmolzener Salpeter giebt anfänglich rothe Dämpfe, hernach sehr reine Luft von sich.

Anmerk. Diese Luft wird von den heutigen Physikern und Chemikern dephlogistisirte Luft genannt, aer dephlogistisatus, aus keiner andern Ursache, als weil sie ihres Phlogistons beraubt worden ist. Wenn aber diese Benennung gegründet wäre, so folgte, daß die fremdartigen Theilchen, welche sich gewöhnlich in der Atmosphäre befinden, gröstentheils pflogistisch wären; welches gewiß falsch ist. Deswegen ist der Name, aer dephlogistisatus, aus der Naturlehre zu verbannen, indem er nur zu falschen Ideen verleitet.*

§. 8.

*Mögte nicht das Urtheil des Herrn Verfassers zu streng seyn? macht nicht wirklich phlogistische Luft gewöhnlich den größten

§. 8.

Erfahrung. 1) Wenn ein offenes Gefäß umgekehrt senkrecht über Wasser getaucht wird: so dringt zwar etwas Wasser hinein, füllt es aber nicht an, und man muß eine gewisse Kraft anwenden, das Gefäß in dieser Stellung zu erhalten.

2) Wenn in einen Zylinder, welcher an einem Ende verschlossen ist, ein Stämpfel, der vollkommen hineinpasset, mit Gewalt gestoßen wird: so wird er nie, wenn auch die größte Kraft angewandt wird, bis auf den Boden des Zylinders reichen; ja sogar, wenn die stoßende Kraft aufhört, wird er gleichsam von sich selbst zurückfahren.

Erklärungen. In dem ersten Versuche war das Gefäß vor der Eintauchung ganz mit Luft angefüllt; auch nach der Eintauchung bleibt die ganze Luftmasse darinn, indem das Wasser der Luft den Ausgang versperrt; folglich ist jetzt die Luft, und zugleich eine gewisse Menge Wasser in dem Gefäße. Hiemit ist 1) die Luft in einen engern Raum gebracht. Dieses erhellt auch aus dem zweyten Versuche. Da 2) die Luft das Wasser von weiterm Eindringen in das Gefäß abhält; so bestrebt sie sich beständig auszudehnen, und in den vorigen Stand zurückzustellen, wie ebenfalls aus dem zweyten Versuche offenbar ist. *

Lehrs.

Theil der einzelnen Luftarten aus, woraus die Atmosphäre zusammengesetzt ist? Der Sinn und Verstand der Namen hängt von der Erklärung der Dinge ab, welche sie bedeuten. Genug, wenn diese richtig ist; und jene angenommen und gängig sind.

* Einrichtung und Gebrauch der Tauchergloke, campana urinatoria.

Lehrs. Die Luft ist ein elastischer Körper. Denn sie läßt sich zusammenpressen; und nimmt ihre vorige Lage wieder an, sobald die zusammenpressende Kraft aufhört. s. 1. Th. §. 11. *

Lehrs. 2. Die Schnellkraft der Luft ist beständig. Desaguliers hat beobachtet, daß die in einer Windbüchse eingeschlossene Luft nach einem halben Jahre nichts von ihrer Schnellkraft verloren hat. Andere haben das nämliche nach einem, andere nach sieben, sogar nach sechszehn Jahren erfahren. **

§. 9.

Erfahr. 1) Wenn ein Gefäß mit einem engen Halse, mit Wasser oder Quecksilber angefüllt und mit dem Finger zugehalten umgekehrt wird: so läuft weder Wasser, weder Quecksilber heraus, obgleich der Finger von der Oeffnung hinweggenommen wird. 2) Das nämliche geschieht, obschon die Oeffnung weit ist; wenn nur dieselbe in einem andern Gefäße unter Wasser bleibt. 3) Wenn ein allenthalben verschlossenes mit Wasser angefülltes Gefäß an der Seite geöffnet wird, so fließt nichts heraus. 4) In diesem dreyfachen Falle wird das Wasser und eine jede andere flüßige Materie unten oder neben ausfließen, sobald oben eine Oeffnung gemacht wird.

Erklär.

* Was absolute, was spezifische Elastizität der Luft sey? s. Lichtenbergs Anmerkung §. 251. Erxleb. Naturl.

** Musschenbroek, instit. phys. §. 1384. — Du Hamel, Hist. acad. l. 4. s. 6. c. 1.

Erklär. In dem ersten Versuche ist nichts, was das Wasser oder das Quecksilber, welches Kraft seiner Schwere hinunter druckt, in der Höhe halte, als die Luft. Folglich druckt die Luft aufwärts. Dieser Druck aber könnte nicht geschehen; vielmehr müßte alle Luft von der Oberfläche der Erde weichen, wenn man sagte, die Luft würde nicht gegen die Erde zu getrieben, oder sie wäre nicht schwer; oder sie würde nur in einer mit dem Horizonte parallelen Richtung gehalten. Wenn aber die Luft schwer ist: so wird nach den Regeln der Hydrostatik durch den Druck hinunterwärts auch der Druck aufwärts gegen jede andere Luftsäule erfolgen.

In dem zweyten Versuche druckt ebenfalls die Luft hinunter auf die Oberfläche des Wassers in dem Gefäße; dadurch entsteht der Druck aufwärts gegen die Oeffnung des umgestürzten Gefäßes, und das Auslaufen der darinn enthaltenen flüßigen Materie wird verhindert.

In dem dritten Versuche hält nichts das Wasser, daß es nicht ausfließe, zurücke, als die Luft. Sie druckt also auch auf die Seite.

In dem vierten Versuche hebt sich der Druck der Luft hinunterwärts und aufwärts und auch seitwärts gegeneinander auf; folglich muß das Wasser vermöge seiner Schwere und Beweglichkeit ausfließen.

Lehrs. 1. Die Luft ist ein schwerer Körper.

Lehrs. 2. Die Luft ist ein flüßiger Körper; denn sie druckt auf alle Seiten, welches eine Haupteigenschaft der flüßigen Körper ist.*

§. 10.

* s. 1. Th. §. 10. Anmerk.

§. 10.

Aus der Schwere, Schnellkraft und Flüßigkeit der Luft zusammengenommen läßt sich folgern; 1) daß die in einem Gefäße enthaltene Luft in ihren untern Schichten mehr zusammengepreßt, folglich dichter und elastischer sey, hiemit auch eine größere Druckkraft habe, als in einer jeden obern Schichte. s. 1 Th. §. 164. 2) Daß das nämliche statt habe bey der atmosphärischen Luft, so, daß sie in den untern Gegenden näher an der Oberfläche der Erde stärker auf alle Seiten drucke, als in den obern Gegenden; und daß die Atmosphäre, so wie sie unseren Erdballen umfasset, mit demselben einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt habe. s. 1. Th. 167. §. ** 3) Deßwegen wenn ein mit einem Stopfen versehenes und mit Luft von einer niedrigen Erdgegend angefülltes Gefäß an einen höhern Ort gebracht, und alsdenn geöffnet wird: so bricht die Luft aus dem Gefäße in die äußere dünnere Luft heraus, so lange bis die innere eben so dicht und elastisch ist, als die äußere. Hingegen bringt man ein Gefäß mit der obern Luft in die untern Gegenden: so dringt die Luft von außen in das Gefäß, bis Dichtheit

** Ob und wie die Höhe der Atmosphäre bestimmt werden könne, wird weiter unten bey dem Barometer §. 21. Anmerk. gesagt werden. Daß dieselbe nicht an allen Orten gleich sey, läßt sich aus den oben benannten Eigenschaften der Luft beweisen. — Daß die elastische Kraft der Lufttheilchen im umgekehrten Verhältnisse der Entfernungen sey, welche zwischen den Mittelpunkten derselben sind, beweisen Gravesande, Elem. phys. math. L. 4. c. 2. und Muschenbroek, Inst. phys. §. 1377.

heit und Schnellkraft der innern und äußern Luft gleich ist. 4) Wenn ein Gefäß, entweder ganz Luft leer, oder mit einer dünnern Luft, als die äußere ist, a -gefüllt, unter Wasser, Quecksilber oder eine andere flüßige Materie gebracht, und der Stopfen hinweggenommen wird; so kann zwar die äußere Luft nicht in das Gefäß dringen; treibt aber durch ihren Druck das Wasser hinein, so daß es entweder ganz oder nur zum Theile damit angefüllt wird; nämlich im letzten Falle so weit, bis die innere Luft gleiche Dichtheit mit der äußern durch die Zusammenpressung erhalten hat.

Aus diesem werden unterschiedliche Phänomene erklärt, z. B. die Ventilatoren, das Athemholen, das Tabakrauchen, die Blasbälge, der Zug an eingeheizten Oefen und Feuerheerden, die Heber, die Wasser- und Luftpumpen, das Barometer rc. welches sonst dem Abscheue der Natur vor dem leeren Raume, horror vacui, zugeschrieben wurde.* Hievon in folgenden Artikeln.

II. Ar-

* Erklärung des Stechhebers, des unterbrochenen Hebers, der Gießröhre, des Zauberbrunnens, des magischen Trichters, der umgekehrten Oellampen, Dintenfässer u. a. d. g. der Gefäße, woraus man nach Belieben verschiedene Flüßigkeiten gießen kann, (dessen Anwendung auf das Spundloch in den Fässern) der Springbrunnen mittelst verdünnter Luft, des Mechanismus beym Trinken und Einschlürfen der Thiere rc. s. Henner, Phys. exper. p. 2. — Hauser, philos. t. 5. p. 4. — Schotti Mech. hydr. pneum.

II. Artikel.

Die Wasserpumpe und der Heber.

§. 11.

Die Wasserpumpe, Saugepumpe, antlia suctoria, besteht 1) aus einem hohlen Zylinder, (Fig. 2.) dessen unterster Theil in dem Wasser steht. 2) Ein wenig über der untern Oeffnung ist eine Zwergwand OP mit einem Loche, worauf eine Klappe V liegt, welche dem Wasser den Eingang und das Aufsteigen in den Zylinder gestattet, aber den Zurückgang verschließt. 3) In dem Zylinder ist ein Stämpfel E, welcher die Höhle desselben genau ausfüllt, und mit einer Klappe M versehen ist. Dieser Stämpfel kann hinauf und hinunter bewegt werden mittelst einer Handhabe GHI. 4) Oben an dem Zylinder ist eine Röhre D, daß das Wasser, wenn es bis dahin gehoben ist, auslaufen kann.

Erfahr. Wenn der Stämpfel in dem Zylinder aufwärts gezogen wird: so öffnet sich die Klappe an der Zwergwand; und das Wasser steigt dadurch in den Zylinder; kann aber nicht wieder zurücke, weil sich

pneum. p. 2. — Wolff, elem. hydr. c. 4. 5. etc. — Nollet, 2. Th. 7. 8. Vorles. — Gravesande, elem. phys. math.

Von Ventilatoren s. Beschreibung der Halesschen Maschine ꝛc. im Hamb. Magaz. II. B. 25 S. — Uiberhaupt nach obiger Theorie lassen sich alle natürliche und künstliche Luftzüge erklären, wo nämlich die Luft einer Seits verdünnet, anderer Seits verdickt, und hiemit das Gleichgewicht gestört wird.

sich die Klappe durch den Druck des Wassers wieder verschließt. Wird der Stämpfel wieder herunter gestoßen, so wird die Klappe M aufwärts geöffnet; das Wasser geht durch diese Oeffnung, und wird, da sich die Klappe beym Aufheben des Stämpfels wieder verschließt, damit in die Höhe gehoben. Durch das wiederholte Hinauf- und Hinunterstoßen des Stämpfels, wobey die beyden Klappen wechselweise auf- und zugehen, gelangt endlich das Wasser an die obere Röhre D, und läuft da heraus. Das Wasser steigt in dem Zylinder nicht über 32 Schuhe hoch. *

Lehrs. Das Steigen des Wassers in der Saugepumpe ist dem Drucke der Luft, welche unten in BC auf dem Wasser liegt, zuzuschreiben.

Da der Stämpfel in dem Zylinder in die Höhe bewegt wird, entsteht in der Röhre zwischen der Oberfläche des Wassers und dem Stämpfel ein luftleerer Raum, oder die Luft wird dazwischen verdünnet. Das Wasser unter der Zwergwand und der Klappe V wird also von der Luft nicht gedruckt, wie die um die Röhre herumstehenden Wassersäulen. Folglich wird es bey gestörtem Gleichgewichte in die Höhe getrieben, bis die gestiegene Wassersäule mit der äußern Luftsäule wieder ins Gleichgewicht kömmt. Dieses geschieht aber nicht ehender, als bis das Wasser ungefehr 32 Schuhe hoch steht.

Zus.

* Die Höhe des Zylinders ist zu berechnen von der Oberfläche des stehenden Wassers bis zum Ventil des Stämpfels.

Zus. Aus diesem läßt sich leicht finden, wie stark der Druck der Luft auf eine Fläche sey; nämlich so groß, als das Gewicht einer Wassersäule, welche 32 Schuhe hoch ist, und gleiche Grundfläche hat mit derjenigen, von welcher die Frage ist. Wenn z. B. die Fläche ein Quadratschuh ist, und der Kubikschuh Wasser 64 Pfund wiegt: so ist der Druck der Luft auf dieselbe = 64 × 32 = 2048 tt.

§. 12.

Der Zugheber, sipho, ist eine gekrümmte, beyderseits offene Röhre ACE, (Fig. 3.) daran der eine Schenkel CE länger zu seyn pflegt, als der andere AC.

Erfahr. Wenn der Schenkel AC in das Wasser gesteckt, und die Luft aus der Röhre ECA herausgezogen wird: so steigt das Wasser durch die Oeffnung A in die Höhe, und füllt die ganze Röhre AC, wenn sie nicht über 32 Schuhe lang ist, an; fällt durch CE herunter, und läuft so lange aus E, als die Oeffnung A unter Wasser steht.

Erklär. Indem der Heber ACE luftleer gemacht wird: so wird die Wassersäule an der Oeffnung A von der Luft nicht hinuntergedruckt, da indessen die Seitensäulen gedruckt werden; folglich muß das Wasser in den Heber steigen, und zwar ungefehr bis auf 32 Schuhe über PG. Wenn also der Schenkel AC niedriger ist, als 32 Schuhe, so geht auch das Wasser in die Röhre CE. Es muß aber alsdenn in E auslaufen, weil der Widerstand der Luft gegen die Oeffnung E kleiner ist, als der Druck, vermöge dessen das Wasser ausfließt. Denn wenn der Druck der

Atmosphäre = a; so ist der Druck derselben gegen die Oeffnung A, wodurch das Wasser auszulaufen gezwungen wird, = a — CG; der Widerstand aber gegen die Oeffnung E ist = a — CD. Aber a — CD < a — CG; deßwegen muß das Wasser durch die Oeffnung E auslaufen, so lange A unter Wasser ist.*

Anmerk. Da durch den Mund in E die Luft ausgezogen wird, so geht die Luft nicht all heraus, sondern sie wird nur verdünnet. Deswegen kann auch das Wasser gewöhnlich nicht 32 Schuhe hoch steigen. Daher muß die Höhe der Röhre AC kleiner, als 32 Schuhe seyn, damit das Wasser aus dem Schenkel CE auslaufen könne.**

Lehrs. Der Ausfluß des Wassers durch die Heber wird verursacht, indem die Luft mehr auf die eine, als auf die andere Seite druckt.

Zus. 1. Wenn in dem Heber GD = 0, oder wenn der Schenkel außer dem Wasser ist = CK, so daß die Oeffnung in einer Horizontallinie mit der Oberfläche des Wassers PG liegt: so wird nach ausgezogener Luft kein Wasser aus dem Heber laufen. Wenn aber der Schenkel außer dem Wasser ist = CM oder CH, so fließt das Wasser heraus. Daher ist es nicht nö-

thig,

* Wenn einmal das Wasser A bis auf C gestiegen ist, so fällt es durch seine eigene Schwere in dem längern Schenkel CE herunter, nach dem Ubergewichte GD.

** Wenn eine 32 Schuhe hohe Wassersäule mit der Atmosphäre im Gleichgewichte seyn kann: so wird eine sehr verdünnte Luft dem Steigen des Wassers nach obiger Anmerkung kaum hinderlich seyn.

thig, daß der eine Schenkel länger sey, als der andere. *

Zus. 2. Ist die Oeffnung des Schenkels außer dem Wasser über der Horizontalfläche des Wassers = CQ; so wird zwar, wenn die Luft ausgezogen wird, das Wasser den ganzen Heber anfüllen; aber auch, sobald der Zug nachläßt, wieder zurücktreten.

Zus. 3. Wenn der Heber ACB dergestalten unter dem Wasser steht, daß der obere Theil C von der Horizontalfläche des Wassers EF bedeckt ist: (Fig. 4.) so wird der Heber, ohne daß es nöthig sey die Luft auszusaugen, nach den hydrostatischen Gesetzen mit Wasser angefüllt; und dieses läuft solange aus B, bis die Oeffnung A das Wasser nicht mehr berührt. Daraus wird erklärt, wie einige Seen bey trocknem Wetter voll Wasser seyn können; hingegen unter dem Regnen sich ausleeren. Denn dergleichen Seen haben mittels verborgener natürlicher Heber mit unterirdischen Behältern oder mit niedrigen Erdgegenden Gemeinschaft. Daher geschieht es, daß bey häufigem Regen diese Heber gefüllt werden, und nachher das Wasser durch dieselbigen auslaufe. Hingegen wenn es nicht so stark regnet, daß das Wasser in dem See nicht über den obern Theil des Hebers steiget: so kann es auch nicht auslaufen. **

III. Ar-

* Von dem sogenannten Würtembergischen Heber von Joh. Jordan.

** Von versteckten künstlichen Hebern giebt es vielerley Abänderungen, z. B. die Vexierbecher, die schon von

 Heron

III. Artikel.

Die Luftpumpe und das Barometer.

§. 13.

Gelegenheit zur Erfindung der torricellischen Röhre und der Luftpumpe. Ein florentiner Gärtner im

Heron unter dem Namen Diabetes beschrieben worden sind; künstliche Brunnen von verdünnter Luft, u. d. g. s. oben §. 10. Anmerk. Diese sind zu unterscheiden von Heronsbrunnen, die laufen oder springen von verdickter Luft; wiewohl es wechselseitig betrachtet das nämliche ist. Uiberhaupt kömmt alles auf das gestörte Gleichgewicht an; und die Erklärung hängt vorzüglich von den Regeln der Hydrostatik ab. Was da von gemeinschaftlichen Röhren §§. 141. 146. 147. 149. gesagt worden ist, kann auch auf die Luft, als einen flüßigen Körper von einerley oder von verschiedener Art angewandt werden. Wenn man einen Heber mit Wasser u. d. g. ganz angefüllt einer Seits eintauchet; so kann man ihn laufen machen, als wenn die Luft ausgesaugt wird. Dieses Anfüllen geschieht wirklich bey den oben angeführten versteckten Hebern, und ist oft bequemer, als das Aussaugen der Luft; es ist sogar in einigen Fällen nöthig, wo sich z. B. in Wasserröhren, die heberförmig sind, die Luft zwischen dem Wasser nach und nach sammelt, und anhäuft, so daß der Lauf gehemmt wird, wenn nicht Spundlöcher oder Hahnen angebracht werden, durch welche Wasser eingelassen und die Luft ausgeführt wird. — Im luftleeren Raume hört zwar gewöhnlich der Heber zu fließen auf; doch giebt es besondere Fälle, wo

im J. 1643. bemühete sich vergebens, das Wasser in einer Saugepumpe über 32 Schuhe hoch zu treiben. Als er diesen mislungenen Versuch dem Galiläi erzählte, und zugleich um die Ursache fragte, warum das Wasser in der Pumpe in die Höhe stiege; erhielt er zur Antwort: die Natur verabscheue den leeren Raum, und hebe deswegen das Wasser in der Pumpe in die Höhe. Es war indessen dem Galilai selbst etwas unerwartetes, und machte ihm besonderes Nachdenken, daß die Kraft nicht weiter, als auf 32 Schuhe sich erstreckte. Torricelli, sein Schüler, muthmaßte, daß dieser Abscheu die wahre Ursache nicht seyn könnte. Denn wenn der Stämpfel über 32 Schuhe hoch gehoben wird, entsteht ebenfalls noch ein leerer Raum; warum verabscheuet nicht auch diesen die Natur? Er schloß also, das Wasser möchte nach hydrostatischen Gesetzen steigen, indem es von der darauf liegenden und druckenden Luft gehoben würde. Um dieses sicherer zu erfahren, machte er Versuche, anstatt des Wassers, mit Quecksilber. Er verfertigte sich Glasröhren von 3, 4, 5 und mehrern Schuhen; verschloß sie an einem Ende hermetisch, und füllte sie ganz mit Quecksilber an. Er hielt die Oeffnung mit dem Finger zu, und stürzte so eine nach der andern in ein Gefäß mit Quecksilber. So bald er den Finger

wo er fort fließt; z. B. wenn die Röhre eng und niedrig, die Luft um den Heber nicht genug verdünnt, oder auch in dem Wasser selbst viel Luft ist. s. J. N. Tetens de caussa fluxus siphonis bicruralis in vacuo continuati. Bützov. 1763.

ger von der Oeffnung hinweggenommen hatte, fiel zwar das Quecksilber in der Röhre; blieb aber doch noch darinn bald 27, bald 28 bis 30 Zolle hoch über der Oberfläche des Quecksilbers in dem Gefäße stehen. Aus dieser Beobachtung konnte er schließen, daß, weil bey dem Fallen des Quecksilbers in dem obern Theile der Röhre ein leerer Raum gemacht, und folglich die obere Fläche des Quecksilbers in der Röhre von der Luft nicht gedruckt wird, wie jedoch dieses auf die Fläche des Quecksilbers in dem Gefäße geschieht, die Erhaltung desselben in der Höhe von dem Drucke der äußeren Luft wahrscheinlich verursacht würde. Weil aber die Höhe des Wassers in der Pumpe und die Höhe des Quecksilbers in der gläsernen Röhre im verkehrten Verhältnisse mit ihren spezifischen Schweren stehen: so ist der Schluß von der torricellischen Röhre auf die Wasserpumpe leicht zu machen.* Was Torricelli gemuthmaßet hat, ist hernach außer allen Zweifel gesetzt worden, nachdem die Luftpumpe ist erfunden worden.

§. 14.

Der leere Raum über dem Quecksilber, vacuum torricellianum, also genannt von seinem Erfinder, hat

* Quecksilberhöhe 27 1/2 Z. × 14 = 32 Sch. Wasserhöhe. — Die torricellische Geschichte, wie auch die merkwürdigen Versuche von Pascal und Perrier, beschreibt umständlich Nollet 2 Th. 7. Vorl. — Was Descartes für richtige Begriffe von der Luft, vermuthlich schon vor dem Galiläi gehabt habe, ist aus seinen Briefen an P. Mersenne zu ersehen.

hat Otto von Guericke, Burgermeister zu Magdeburg, veranlasset, eine Maschine zu erdenken, wodurch man die Luft aus Gefäßen hinwegnehmen kann. Dieses hat er um das J. 1654. durch die Erfindung der Luftpumpe, antlia pneumatica, glücklich bewirket.* Diese Maschine ist nachgehends auf unterschiedliche Weise verbessert worden.** Die beste Luftpumpe

* C. Schotti, ars mechanico-hydraulico-pneumatica. 1657. — Ottonis de Guerike experimenta nova, ut vocantur, magdeburgica de vacuo spatio. Amstelod. 1672. Er selbst hat im J. 1654. zu Regensburg von dem Kaiser Ferdinand III., dem Kurfürsten von Mainz Johann Philipp und einigen andern Reichsfürsten Versuche angestellt.

** Rob. Boyle hat die kaum erfundene Luftpumpe dergestalten verbessert, daß er sogar vor den Engländern als der Erfinder derselben angegeben; wie auch noch gewöhnlich der dadurch gemachte leere Raum vacuum boyleanum genannt wird. s. seine Werke, welche von 1690-92 theils zu Oxfort, theils zu London herausgekommen sind. Die mancherley Veränderungen und Verbesserungen, die man bisher an diesem Werkzeug gemacht hat, bestehen hauptsächlich a.) in der Art, die Luft aus dem Rezipient und Zylinder heraus zu lassen, entweder durch Hahnen, oder durch Ventilen; b.) in der Lage der Zylinder; c.) mit einem oder zween Zylindern; d.) in der Einrichtung des Stämpfels, und in der Art denselben zu bewegen; e.) in der Einrichtung, daß die Maschine sowohl zur Verdickung, als zur Verdünnerung der Luft dienen kann; und endlich f.) in dem verschiedenen Apparate.

pumpe ist die Smeatonsche nach Nairne's und Blunt's Verbesserungen. Sie kostet in London ohne Apparat 218 Reichsthaler, und mit demselben 450 Rthlr. Eine weitläuftige und deutliche Beschreibung davon hat unlängst Professor Lichtenberg zu Göttingen herausgegeben, der auch diese Maschine noch dergestalt eingerich-

Von dem Orte ihrer Erfindung oder von den Erfindern und Verbesserern hat die Luftpumpe unterschiedliche Namen; z. B. die Holländische und Englische; die Papinische, nouv. expériences du vuide par M. Papin. Par. 1674.; die Sengwerdische, Wolferd. Senguerd, inquisitiones experimentales, quibus aeris natura explicatur, Leid. 1699. it. rationis et experientiae connubium. Roterd. 1715.; die Hawksbeische, expériences physico-mechaniques, trad. de l'angl. de M. Hawksbée par M. de Bremond. Par. 1754; die Nolletische, Mem. de l'acad. des sc. 1740 - 41. it. Vorles. 2. Th. 1. Die von Volder 1675. zu Leiden eingerichtete hat Gravesande verbessert, und beschrieben, elem. phys. math. l. 4. c. 4. und oeuvres phil. et math. Amstelod. 1774. Th. 1. Die Smeatonsche nach Nairne's und Blunts Verbesserungen beschreiben Kästner, mathem. Anfangsgr. 2. Th. 1. Abth. Aerometrie, und Lichtenberg in Erxlebens Naturl. 4. Aufl. Nebst diesen hat man noch besondere Beschreibungen der Luftpumpen von J. Leupold 1707; von Leisten, Wolfenbütt. 1742; von Lowitz, Nürnb. 1754; von Stegmann, Cassel, 1772, und neuerdings eine von Hurter und Haas erfundene, und von T. Cavallo in einer besondern Abhandlung 1784 beschriebene Luftpumpe mit einem Pedal, die Ventilen von außen heben zu können, wenn es die Elastizität der zu sehr verdünnten Luft von innen nicht mehr vermag. Durch diese soll die Luft 1100mal dünner gemacht werden können.

gerichtet hat, daß dadurch verschiedene Dünste oder, wie andere sprechen, Luftarten zusammengepreßt, und Metalle in reiner Luft leichter geschmelzt werden können.

§. 15.

Die Haupttheile einer jeden Luftpumpe sind; 1) ein metallener hohler, inwendig gut polirter Zylinder. 2) Ein Stämpfel, welcher genau in die Höhlung des Zylinders passet, und mittelst einer Handhabe hin und her bewegt werden kann. 3) Ein metallener Teller mit nassem Leder bedeckt, der in der Mitte durchbohrt mittelst einer Röhre mit dem Zylinder Gemeinschaft hat. 4) Eine gläserne Glocke, auf dem Teller, der Rezipient genannt. 5) Entweder ein Hahn mit einer zweyfachen Oeffnung, durch dessen verschiedene Drehung die Gemeinschaft zwischen dem Zylinder und Rezipient oder zwischen dem Zylinder und der äußern Luft erhalten oder gehoben werden kann; oder anstatt des Hahnes zwey Ventilen, deren eines an dem Boden des Zylinders so angebracht ist, daß es den Ausgang der Luft aus dem Rezipient in den Zylinder gestattet: das andere ist an der Oeffnung des Stämpfels, damit die Luft aus dem Zylinder in die Atmosphäre übergehen könne.

Der Gebrauch der Luftpumpe dient dazu, daß die Luft in dem Rezipient verdünnet oder verdicket werde.

I. Wenn bei geschlossenem Hahne der Stämpfel in dem Zylinder hinuntergedruckt wird; * so entsteht in

* Man muß sich hier eine nolletsche Luftpumpe vorstellen.

in dem Zylinder ein leerer Raum, und die in dem Rezipient enthaltene Luft dehnt sich durch ihre Schnellkraft aus, und ergießt sich zum Theile in den Zylinder. Wenn nun der Hahn umgedreht wird, daß die Gemeinschaft des Zylinders mit dem Rezipient gesperrt, mit der äußern Luft aber geöffnet; und sodann der Stämpfel wieder in die Höhe gezogen wird: so wird die Luft aus dem Zylinder durch die Oeffnung des Hahns ausgestoßen. Dieses ist das erste Verfahren mit der Luftpumpe. Wenn dieses mit Auf- und Zuschließen des Hahns, mit Auf- und Abziehen des Stämpfels mehrmal wiederholt wird: so verdünnt sich die Luft in dem Rezipient immer mehr und mehr, daß endlich sehr wenig darinn übrig bleibt.

Wenn statt des Hahns zwey Ventilen sind, und der Stämpfel in dem Zylinder aufgezogen wird: so giebt es in demselben unter dem Stämpfel einen leeren Raum. Die in dem Rezipient eingeschlossene Luft dehnt sich dahin aus, wo sie jetzt weniger Widerstand findet; öffnet die untere Klappe, und geht zum Theile in den Zylinder. Wenn hernach der Stämpfel wieder hinunter gedruckt wird: so wird die in dem Zylinder enthaltene Luft zusammengepreßt, das untere Ventil geschlossen, das obere hingegen an dem Stämpfel geöffnet, und die Luft aus dem Zylinder getrieben.

II. Daß die Luft unter dem Rezipient auch verdickt werden könne, läßt sich leicht begreifen. Denn gleichwie die Luft zuvor durch den Zylinder herausgegangen ist: so kann man sie bey umgekehrtem Verfahren durch ebendenselben hineintreiben, und hiemit sehr merklich verdicken.

Zus.

Zus. Aus Beschreibung dieser Maschine und ihrem Gebrauche folgt, 1) daß die boylische Leere desto vollkommener sey, je besser die Maschine eingerichtet ist, und je öfter die Luft ausgezogen wird. 2) Daß alle Luft nicht könne ausgepumpet werden, wenn auch der Zug noch so oft wiederholt wird. Denn wie nach dem ersten Zuge bey der Ausdehnung der Luft nur ein Theil davon aus dem Rezipient in den Zylinder übergeht; so geschieht es bey einem jeden folgenden Zuge dermaßen, daß immer etwas von der Luftmasse zurückbleibt. Wenn z. B. der Zylinder so viel hält, als der Rezipient: so ergießt sich nach dem ersten Zuge die Hälfte, nach dem zweyten ein Viertel, nach dem dritten ein Achtel von der Luftmasse aus dem Rezipient in den Zylinder, so daß die Verminderung in geometrischer Progression geschieht, welche ein Bruch ausdruckt, dessen Zähler die anfänglich in dem Rezipient enthaltene ganze Luftmasse, der Nenner aber den Ueberrest derselben nach jedem Zuge bedeutet. *

Ueberrest der Luft.	$\frac{1}{2}$.	$\frac{1}{4}$.	$\frac{1}{8}$.	$\frac{1}{16}$.	$\frac{1}{32}$.	$\frac{1}{64}$.	$\frac{1}{128}$.	$\frac{1}{256}$.	$\frac{1}{512}$.	$\frac{1}{1024}$.
Züge.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.

3) Je größer also der Inhalt des Zylinders ist in Vergleichung mit dem Rezipient; desto mehr und geschwinder wird die Luft verdünnet. 4) Wenn die Luft im Rezipient zu verdicken ist: so geschieht dieses in arithmetischer Progression.

§. 16.

* Daraus folget, daß die Torricellische Leere vollkommener sey, als die Boylische.

§. 16.

Phänomene der Luftpumpe. 1) Sobald ein Theil der Luft aus dem Rezipient gezogen wird, hält dieser fest an dem Teller der Pumpe an, und immer stärker, je mehr Luft ausgepumpt wird.

2) Es ist schwerer, und um so mehr Kraft wird erfodert, den Stämpfel aus dem Zylinder zu ziehen; je mehr Luft durch die wiederholten Züge ausgesaugt wird.

3) Es seyn zwo metallische hohle Halbkugeln, deren Rände genau aufeinander passen. Man bestreiche die Rände mit Oel oder Unschlitt, damit die Luft zwischen denselben nicht eindringen könne; und drucke sie aneinander. Die eine Halbkugel sey mit einem Hahne versehen, wodurch die Luft kann ausgezogen werden. Wenn diese ausgezogen ist, und der Hahn geschlossen wird; hangen die Halbkugeln so stark zusammen, daß viel Gewalt erfodert wird, sie voneinander zureißen. Unter einen Rezipient gelegt, wo luftleerer Raum gemacht ist, gehen sie leichterdings voneinander.

Anmerk. Guerike, der Erfinder dieses Versuches, konnte seine Halbkugeln, welche eine magdeburger Elle im Durchmesser hatten, kaum mit acht beyderseits angespannten und nach entgegengesetzten Richtungen ziehenden Pferden von einander bringen.

4) Wenn ein unten und oben offener Zylinder, oben mit einer nassen Blase zugebunden, auf den Teller gestellt, und die Luft ausgezogen wird: so wird die Blase einwärts getrieben.

5) Gießt man auf diese einwärts getriebene Blase Wasser oder Queckfilber, so dringt dieses, wie durch ein Sieb, durch. 6) Nimm

6) Nimmt man statt der Blase ein ebenes nicht gar zu dickes Glas, so wird dieses zerschmettert;* nicht aber, wenn das Glas gewölbt ist.

7) Eine Blase, wenig Luft in sich enthaltend, wohl zugebunden, dehnt sich unter einem luftleeren Rezipient so stark aus, daß sie schwere Gewichte zu heben im Stande ist. Eine ganz mit Luft angefüllte und zugebundene Blase zerplatzt. Ein Ey, welches an der Spitze mit einer Nadel durchstochen ist, läuft aus. Runzlichte Aepfel schwellen auf, und verlieren ihre Runzeln. Bier u. d. gl. bevorab wenn es laulicht ist, schäumet, und steiget über das Gefäß hinaus. Wasser scheint siedheiß zu kochen ꝛc.

8) Durch die Oeffnung A des Gefäßes AD gehe eine dünne Röhre BC, dergestalten daß 1) die äußere Luft mit der innern in dem Gefäße keine Gemeinschaft habe; (Fig. 5.) und daß 2) die untere Oeffnung der Röhre C zwar nahe an dem Boden sey, doch denselben nicht erreiche. Oben an der Röhre sey eine kleine Oeffnung B. Wenn dieses Gefäß bis an EF mit Wasser angefüllt unter den Rezipient gesetzt, und die Luft ausgepumpt wird: so springt das Wasser in Gestalt eines Springbrunnes aus der Röhre heraus. Solches Gefäß nennt man den Heronsball. Das Gefäß läßt sich mit Wasser füllen, wenn die Luft in demselben entweder durch Aussaugen oder Erwärmen verdünnt, und die Oeffnung B unter Wasser gebracht wird. s. §. 10. n. 4.

§. 17.

* Die Blase thut das nämliche.

§. 17.

Ursache der angeführten Phänomene. Weil die Luft als flüßiger Körper auf alle Seiten gleich druckt; §. 9. daher, wenn der Druck keiner Seits vermindert oder gehoben wird, heben sich die Wirkungen der Luft gegen einen jeden Körper, welcher sich darinn befindet, untereinander auf. Wird aber die Luft einer Seits dünner oder gar hinweggeschafft, und folglich ihr Druck entweder vermindert oder gehoben; hingegen die Luft anderer Seits in ihrem Stande gelassen: so muß diese durch ihren Druck das Uibergewicht erhalten.

Deswegen 1) ist es kein Wunder, wenn der Rezipient gleich nach dem ersten Zuge schon fest an dem Teller der Luftpumpe anhängt. Denn durch den ersten Zug geht so viel Luft aus dem Rezipient, als der leere Zylinder fassen kann. Die in dem Rezipient zurückgebliebene und verdünnte Luft widersteht nun mit ungleicher Kraft der äußern Luft; und diese druckt so stark auf den Rezipient, als ihr Uibergewicht ist. Weil bey wiederholten Zügen dieses Uibergewicht in dem Maße zunimmt, wie die innere Luft mehr und mehr verdünnet wird: so hängt auch der Rezipient um so stärker an, je mehr Luft ausgepumpet wird.

2) Die nämliche Ursache ist bey dem zweyten Phänomen. Denn da die Luft im Rezipient nach und nach verdünnt wird, so druckt die äußere Luft um so mehr auf den Stämpfel; und man empfindet beym Ausziehen soviel Widerstand, als groß das Uibermaß der Kräfte ist zwischen der äußern und innern Luft.

3) Der

3) Der starke Zusammenhang der Halbkugeln ist auch eine Wirkung des Drucks der atmosphärischen Luft, welche dieselben auf allen Seiten umgiebt. Die innere sehr verdünnte Luft leistet wenig Widerstand; hingegen die Kraft, mit welcher eine Halbkugel an die andere angedruckt wird, ist ungefehr so groß, als das Gewicht eines abgestutzten umgekehrten Luftkegels, welcher mit der Atmosphäre gleiche Höhe hat, und dessen Grundflächen, die eine größere und die andere kleinere, sich verhalten nach den Seiten, welche aus dem Mittelpunkte der Erde an die Peripherie der Halbkugeln und von da weiter bis an das äußerste Ende der Atmosphäre sich erstrecken.

Zus. Wenn sehr große Halbkugeln gebraucht werden: so kann der Zusammenhang nach ausgepumpter Luft außerordentlich stark seyn. *

4) Nun

* S. §. 16. n. 3. Anmerk. — Statt des oben zur Bemessung des Druckes vorgestellten abgestutzten Kegels, dessen obere und untere Basis merklich nicht unterschieden sind, kann ein Zylinder angenommen werden. Wenn nun z. B. der Durchmesser der Zirkelfläche ist = 100 Lin. = 1 Schuh; so ist der Inhalt = 7850 Lin. Eine atmosphärische Luftsäule ist im Gleichgewichte mit einer Wassersäule, welche mit ihr gleiche Grundfläche hat, und ungefehr 32 Schuhe hoch ist. Solche Wassersäule wiegt beyläufig 1703 tt.; folglich hangen die besagten beyden Halbkugeln zusammen mit einer Kraft = 3406 tt. Ferner, weil der Druck der Atmosphäre auf Zirkelflächen sich verhält, wie die Quadraten ihrer Durchmesser: so läßt sich leicht bemessen, wie stark der Druck der Luft auf eine jede Fläche wirke. Jac. Bernoulli, *opp. vol.* I. p. 187.

schätzt

4) Nun läßt sich auch leicht einsehen, warum Blasen und andere nachgiebige Körper einwärts gedruckt werden; warum Wasser durch die Poren derselben durchdringt; warum Glas, u. d. gl. wenn es eben ist, verbreche; wenn es aber gewölbt oder sphärisch ist, wie ein Gewölbe, den Druck der Luft aushalte, u. s. w.

5) Die Ursache der Phänomene n. 7. und 8. liegt in der Schnellkraft der Luft. *

§. 18.

Das Barometer, Barometrum, tubus torricellianus. Man nehme eine gläserne, 30 Zolle lange Röhre, ** dessen Theil BH gerade oder noch nicht gekrümmt

schätzt den Druck der ganzen Atmosphäre auf die Erdkugel = 6687360000000000000 tt. Daß aber dieser Druck nicht allzeit, oder bald mehr bald weniger empfunden werde, kömmt von dem entweder gar nicht, oder bald mehr oder weniger gestörten Gleichgewichte der sowohl äußern als innern Luft her; und wird nach den Regeln der Hydrostatik erklärt. So trägt z. B. ein Mensch auf seinem Körper mehr als 25000 tt. Luft, ohne von derselben zusammengedruckt zu werden. Wie eine kleine Menge Luft vermöge ihrer Federkraft mit einer andern weit größern im Gleichgewichte stehen könne, ist §§. 8. 9. 10. bewiesen worden, und hier anzuwenden.— Nieuwentyt, Gebr. der Weltbetr. — Pascal, traité de l'equilibre des liqueurs et de la péfanteur de la maffe de l'air. Par. 1698.— Haufer *part. phyf.* t. 5. p. 4. a. 3. q. 4.

* Viele andere Versuche mit der Luftpumpe s. bey Gravesande, Hauser, Sturm, Henner, Nollet u. a. m.

** Gewöhnlich ist die Röhre etwas länger, besonders wenn die Krümmung dazu gerechnet wird.

krümmt zu denken ist. Das eine Ende dieser Röhre A sey hermetisch geschlossen; (Fig. 6.) das andere aber gehe in ein Gefäßchen mit einer engen Oeffnung aus. Man fülle die Röhre bis in B mit Quecksilber, und beuge sie in B bey einer Lampenflamme um; und bringe sie hernach in die Stellung, wie (Fig. 6.) die gemeinste Art der Barometer zeigt. Indem die Röhre umgekehrt wird, fällt zwar das Quecksilber von A bis M oder G, und geht in das Gefäßchen bis F oder f über; bleibt aber doch noch in der Röhre 27, 28 bis 29 Zolle hoch über EF oder ef stehen. Man hefte oben an eine Tafel eine kleine Tabelle von 3 Zollen, wovon ein jeder Zoll in 12 Linien, eine jede Linie in 10 Skrupel eingetheilt sey. Am Anfange des untersten Zolls schreibe man 26, am zweyten 27, am dritten 28, am Ende dieses 29. Endlich mache man die Röhre an der Tafel in senkrechter Stellung fest, dergestalt, daß von der Horizontalfläche des Quecksilbers EF bis an die besagte Tabelle 26 Zolle aufwärts gezählt werden. *

Anmerk.

* Seit der Erfindung des Barometers hat man gesucht, es auf mancherley Art zu verändern; aber nur einige haben es in Wahrheit verbessert. Sieh Fr. Luz vollständige und auf Erfahrung gegründete Beschreibung von allen sowohl bisher bekannten, als einigen neuen Barometern, wie sie zu verfertigen, zu berichtigen 2c. Nürnb. und Leipz. 1783. — Das bekannteste und bisher gebräuchlichste ist das oben beschriebene. Mit diesem kömmt das Morlandische, oder Ramazzinische überein, ausge-

Anmerk. Gute Barometer zu verfertigen ist folgendes zu beobachten. 1) Das Quecksilber soll von der Luft und von aller Unsauberkeit gereiniget seyn. Das Beste ist dasjenige, welches aus dem Zinnober gekom-

nommen daß die Röhre oben gebogen ist, um es empfindlicher zu machen. Platz zu gewinnen, haben ihm andere, statt der gebogenen langen Röhre, eine schlangenförmige Gestalt gegeben. Hierher gehört auch Hooks Radbarometer. Cassini hat mit einer senkrechten etwa 4. Lin. weiten eine horizontale etwa 1. Lin. weite Röhre vereiniget, wodurch er bewirkte, daß das Quecksilber beym Steigen und Fallen in der engen Röhre einen Raum wie 16, in der weiten wie 1, durchlaufe. Joh. Bernoulli wollte dieses Barometer noch empfindlicher und bequemer machen, indem er oben eine Erweiterung durch ein zylindrisches Gefäß anbrachte, worinn das Quecksilber steige und falle. Huygens brachte das aus mehrern Röhren von verschiedener Weite zusammengesetzte und mit unterschiedlichen Flüßigkeiten gefüllte Barometer in Vorschlag; *Journ. des Sav.* 1672. p. 139. welches Hook und De la Hire zu verbessern suchten. *Phil. trans.* n. 185. p. 241. *Mem. de l'acad. roy. des sc.* 1708. p. p. 154. Gründliche Bemerkungen über diese und andere Arten s. bey Musschenbroek, *inst. phys.* §. 1352. &c. Hauser, *phys. part.* t. 5. p. 4. Und G. B. Bülffinger, de variis barometris sensibilioribus et eorum nova specie ac usibus. *Comm. petrop.* t. 1. Wie auch J. G. Leutmann, instrumenta meteorognosiae inservientia. Witteb. 1725. Ferner von der Art Barometer zu verfertigen s. J. Leche, Unterweisung. schwed. Abh. 1763. S. 89. J. A. de Luc, Untersuchungen über die Atmosphäre, a. d. französ. Leipz. 1776. Brander, Beschreibung zweyer Barometer, die sich verschließen, und von

gekommen, und einige Zeit gekocht worden ist. 2) Die Röhre soll inwendig mit rektifizirtem Brandweine ausgewaschen, und mit einem reinen Leder gefeget werden, daß sie von der Luft und von den Unreinigkeiten, welche an den innern Wänden anhangen, gänzlich befreyt werde; hernach soll man sie am Feuer erwärmen und trocknen. 3) Da die Röhre mit Quecksilber gefüllt wird, soll man einen dünnen stahlenen Drat bis in A hineinstecken, und auf und ab bewegen, damit alle Luft aus der Röhre getrieben werde. Damit man aber 4) versichert sey, ob noch etwas Luft in dem Raume AG über dem Quecksilber sey, oder nicht, bringe man eine Lichtflamme daran. Wenn alsdenn das Quecksilber sinket: so ist es ein Anzeichen, das noch Luft darinn sey, die sich ausdehnt. 5) Der Durchmesser des Gefäßes H sey wenigstens zehnmal größer als jener der Röhre A; sonst kann man die verschiedene Höhe des Quecksilbers nicht genau

von einem Orte zum andern bringen lassen. Augsp. 1772. Vom Ludolfischen Barometer, ein Progr. v. J. F. Häseler, Holzminden 1780. Eine Abhandlung von Ludolf selbst s. *mem. de l'acad. de Prusse* 1749. p. 33. G. E. Rosenthal, Beyträge zur Verfertigung meteorologischer Werkzeuge, Gotha 1. 2. B. 1782—84. Werke der Mannheimer meteorologischen Gesellschaft. — Vom Meerbarometer. Amontons *mem. de Paris* 1705. p. 53. Rob. Hook, *phil. transact.* 1701. p. 789. Segner, novum Barometrum navale, Goett. Beschreibung des von Blondeau erfundenen, Goth. Magaz. 1. B. 3. St. S. 80.

genau genug bestimmen. Denn wenn das Quecksilber in der Röhre in G, und im Gefäßchen in F steht; so wird es etwas unter F fallen, da es in der Röhre bis auf M steigt. Hingegen geht es in dem Gefäßchen über F hinauf, da es in der Röhre unter G fällt. Indem aber auf diese Weise der Anfang die 26 Zolle der Höhe zu zählen verändert wird: so müßte auch die Tabelle verändert werden; welches jedoch nicht geschieht. Diese Ungemächlichkeit aber wird einiger Maßen dadurch vermieden, wenn der Durchmesser des Gefäßes wenigstens zehnmal größer ist, als der Durchmesser der Röhre. Denn alsdenn ist die Peripherie im Gefäße hundertmal größer, als die Peripherie in der Röhre; deswegen wenn das Quecksilber hundert Linien in der Röhre fiele, so stiege es im Gefäße nur eine Linie. Weil aber dasselbe höchstens nur 36 Linien in der Röhre zu fallen pflegt: so wird es in dem Gefäße kaum den Drittel einer Linie steigen.*

§. 19.

Erklär. Wenn es blos auf den Druck des Quecksilbers einer Seits in dem Gefäße, anderer Seits in der Röhre ankäme: so könnte es in dem Barometer nicht ruhen, sondern müßte, nach der Theorie der flüßigen Körper in gemeinschaftlichen Röhren, so lange hin und her schwanken, bis es beyderseits, in der Röhre sowohl als in dem Gefäße, in gleicher Höhe stünde. Es bleibt aber in der Röhre höher stehen, als in dem Gefäße; folglich muß etwas seyn, was unten

* Vorzüge des de Lüc'schen Barometers.

unten auf das Quecksilber druckt; oben aber auf dasselbe nicht drucken kann. Das kann aber nichts anders seyn, als die Luft, nicht blos diejenige, welche unmittelbar auf der Oberfläche des Quecksilbers in dem Gefäße liegt, sondern die ganze atmosphärische Luftsäule, welche gleiche Grundfläche hat mit der gemeinschaftlichen Fläche BC zwischen der Röhre und dem Gefäße.

Lehrs. Es ist also der Druck der atmosphärischen Luft, welcher das Quecksilber in dem Barometer in der Höhe hält.

Anmerk. Die Wahrheit dieses Satzes wird dadurch bestättigt; 1) wenn der obere Theil der Röhre geöffnet wird: fällt das Quecksilber alsobald so tief, bis es mit jenem in dem Gefäße gleiche Höhe hat; weil jetzt die Luft einer Seits oben mit gleicher Kraft auf das Quecksilber druckt, wie anderer Seits unten. 2) Wenn das Barometer unter den Rezipient gestellt, und die Luft ausgezogen wird: so fällt das Quecksilber bey jedem Zuge; es steigt aber wieder, sobald die Luft hineingelassen wird.

Zus. 1. Es liegt nichts daran zur Höhe des Quecksilbers, wie groß der Durchmesser der Röhre BC sey. Denn ist dieser größer, so wird zwar das Gewicht des Quecksilbers vermehrt; aber auch um so größer wird die Grundfläche der Luftsäule, welche auf dasselbe druckt.

Zus. 2. Weil die Luft in einem geschlossenen Zimmer, oder auch in dem geschlossenen Gefäße des Barometers H eben so dicht ist, als wenn die ganze Atmo-

sphäre darauf läge:* so ist klar, daß diese, obgleich an sich wenig beträchtliche Luftmasse das Quecksilber- eben so in der Höhe halten könne, als die Luft unter dem freyen Himmel.**

Anmerkung. Ob zu einer verschiedenen, und zu welcher Höhe das Quecksilber in dem Barometer steige, oder falle, wenn bey übrigen gleichen Umständen die Luft mehr oder weniger warm ist, wird unten erklärt werden, wo von der Wärme und den Thermometern gehandelt wird.***

§. 20.

Erfahr. An einem und dem nämlichen Orte steht das Quecksilber in dem Barometer zu verschiedenen Zeiten in verschiedener Höhe.

Zusatz. Folglich ist der Druck der Atmosphäre bald größer, bald geringer.

Anmerk. Wenn man an einem Orte mehrere Jahre lang, die kleinste und größte Barometerhöhe beobachtet, und die gefundene Differenz in zween gleiche Theile theilt, und einen davon zu der geringsten Höhe addirt: so hat man für diesen Ort die mitt-

* Das will soviel sagen: als wenn eine Luftsäule von gleicher Grundfläche und so hoch, als die Atmosphäre ist, darauf läge, die mit der ganzen Atmosphäre im Gleichgewichte ist. Gravesande, *elem. phys.* l. 4. c. 2.

** S. Kästner, Aerometrie 24. — Winkler, Untersuchungen der Natur und Kunst. Leipz. 1765. 2 Abhandl.

*** S. §. 86.

mittlere Barometerhöhe. Folgende Tabelle zeigt sie für folgende Oerter.

	Pariser Zoll.
Basel — — —	27 - 0, 5
Göttingen — —	27 - 6, 72
Leiden — — —	28 -
Münster in Westphalen —	27 - 8
Nürnberg — —	26 - 11
Padua — — —	27 - 11, 5
Paris — — —	27 - 6
Petersburg — —	27 - 8, 664
Quito — — —	20 - 0, 6
Tübingen — —	26 - 7, 08
Turin — — —	27 - 9, 5
Upsal — — —	28 - 3, 5
An der Oberfläche des Meers	28 - 4, 75
Auf den höchsten Alpen	21 - 7, 5
* Mainz — —	27 - 6, 6

§. 21.

Erfahrung. Das Quecksilber steht zur nämlichen Zeit an verschiedenen Orten nicht gleich hoch; es steigt in niedrigen Gegenden höher, als in hohen.

Zus. Folglich ist der Druck der Atmosphäre zu einer und der nämlichen Zeit auf verschiedenen Erdgegenden verschieden. Es kann auch nicht anders seyn, indem die Luftsäule in niedrigen Gegenden höher und dichter; in höhern niedriger und dünner ist.

Anmerk. Wenn das Barometer von einem Orte, in welchem das Quecksilber 28 Zoll hoch steht, 12,945

Toisen höher gebracht wird; so fällt es, wie wir aus der Erfahrung wissen, eine Linie. Gesetzt, der Druck der Atmosphäre und hiemit die Höhe des Barometers nehme in geometrischer Progression ab, wie die Höhen verschiedener Oerter über der Oberfläche des Meeres in arithmetischer Progression zunehmen: so ließe sich folgende Regel zur Höhemessung verschiedener Oerter aufstellen. Man theile die verschiedene Höhe des Barometers von denjenigen Orten, deren höhere und niedrigere Lage gesucht wird, in Linien. Die Logarithmen dieser Zahlen subtrahire man voneinander, und multiplizire die Differenz dieser Logarithmen mit 10000. Dieses Faktum giebt die Differenz der Höhen von beyden Oertern in pariser Toisen.*

§. 22.

* Weil Wärme und Kälte auf das Barometer merklich wirken; (s. unten §. 86.) daher wird es nothwendig seyn, daß man nach De Lucs Vorschrift mit Genauigkeit beobachte. s. dessen Untersuchung über die Atmosphäre mit Gehlers Anmerkungen. Ebend. Beobachtungen auf dem Harze und Brocken, *phil. trans.* 1777. p. 401. — Kästner, Abhandlung von Höheumessung durch das Barometer. — J. H. Lambert, von Barometerhöhen und ihren Veränderungen. Bayer. Akad. der Wissensch. 3. B. 2. Th. S. 25. — J. G. Magellan, Beschreibung neuer Barometer nebst Anweisung zum Gebrauche bey Messung der Höhen der Berge, a. d. franz. Leipzig 1782. — Rosenthal, Briefe an H. Graf von Borke. Leipz. und Nordhausen, 1 Heft, 1784. u. f.

Aeltere

§. 22.

Erfahr. In sehr hohen Gegenden ist die Barometerhöhe wenigern Veränderungen unterworfen, als in den niedrigern.

Die Ursache dieses Phänomens liegt ohne Zweifel darinn, weil die Luft allda reiner, folglich in ihrer Schnellkraft und Schwere beständiger ist, als in den niedrigen Gegenden.

§. 23.

Aeltere Beobachtungen von Periere, Maraldi, Pascal, Rohault, Mariotte, Cassini, de la Hire, Picard, Wallerius, Halley, Derham, Nettleton rc. s. bey Mariotte, *Essai de la nature de l'air; l'hist. de l'acad. roy.* 1703. 1705. 1712. *Philos. trans.* nn. 229. 236. 288. — *Cfr.* Musschenbroek, *tentam. exper. nat. addit.* p. 51. — Hauser, *phys. part.* t. 5. p. 4. — De Lanis, *magister.* t. 2. l. 6. c. 1. — Falk. *contempl.* 9. c. 2. —

Wenn die Luft durchaus gleich dicht wäre: so könnte man leicht aus dem Barometer die Höhe der Atmosphäre etwa auf 2520 Schuhe bemessen. Wir wissen auch noch nicht, nach welchen Gesetzen die Dichtheit der Luftkreise in höhern und niedrigern Gegenden ab- und zunehme. Die Ursachen dieser Veränderung sind nach meteorologischen Beobachtungen sehr verschieden. Bis hierher konnte man nur muthmaßen. Maraldi giebt die Höhe in 12796 Toisen an, oder 6 1/2 französischen, oder ungefehr 14 italiänischen Meilen; zweifelt aber selbst, ob seine Rechnung richtig sey. Andere schätzen sie beyläufig auf 20 französische, 8 bis 10 geographische Meilen. De la Hire schließt aus der Dauer der Dämmerung auf 38 italiänische Meilen. *Memor. de l'acad. roy. des sc.* 1713. p. 54.

§. 23.

Ueber das Barometer lassen sich noch folgende Beobachtungen machen. 1) Wenn das Quecksilber in der mittlern Höhe steht, ist es gemeiniglich veränderliches Wetter, bald hell, bald regnerisch. 2) Wenn es unter diese fällt, folgt gewöhnlich Regen; hingegen pflegt es helles Wetter zu geben, wenn das Barometer über die mittlere Höhe steigt; obgleich 3) nicht selten beobachtet wird, daß bey trübem und regnerischem Wetter das Barometer hoch, bey heiterem Himmel niedrig stehe. 4) Zwischen den Wendezirkeln weht schier beständig der Ostwind, und das Barometer leidet wenige Veränderungen; hingegen unter den Himmelsstrichen, und zu den Zeiten, wo die Winde veränderlich sind, ist auch das Barometer mehrern Veränderungen unterworfen.

Zus. Aus nn. 1. 2. 3. ist zu ersehen, daß aus der verschiedenen Barometerhöhe nicht sicher auf das zukünftige Wetter könne geschlossen werden. Aus n. 4. ist wahrscheinlich, daß die Winde die Veränderung der Atmosphäre und folglich auch des Barometers veranlassen; wiewohl die von der Erde aufsteigenden Dämpfe und Dünste vieles verursachen. *

IV. Ar-

* Musschenbroek, *instit. phys.* §. 1348. &c. — Krafft, *praelect.* c. 15. §§. 406. 407. Ejusd. *dissertatio* 1747. *de observationibus meteorologicis.* — Ephemerides societatis meteorologicae palatinae.

IV. Artikel.

Die spezifische Schwere der Luft; derselben Verdickung und Verdünnung.

§. 24.

Aufgabe. Die spezifische Schwere der Luft zu finden.

Aufl. Man hänge eine gläserne oder kupferne mit Luft angefüllte Kugel an einen Wagebalken, und bringe sie ins Gleichgewicht. Man ziehe die Luft heraus, und bemerke alsdann den Abgang des Gewichtes. Dieser Abgang zeigt das Gewicht der ausgezogenen Luft an. Wenn man jetzt die Kugel umgekehrt unter Wasser bringt, und den Hahn öffnet; so füllt sich dieselbe mit Wasser an, bis die noch zuruckgebliebene Luft mit der äußern atmosphärischen gleiche Dichtheit hat. Dieses Wasser nimmt den nämlichen Raum ein, welchen zuvor die Luft eingenommen hatte, und deren Gewicht schon gefunden ist. Man wiege auch die Kugel mit Wasser; die Differenz dieses Gewichtes und des Gewichtes der Kugel, aus welcher die Luft gezogen war, giebt das Gewicht des Wassers in Vergleichung mit der Luft unter gleichem Raume. Dieser Methode bediente sich Wolff, und fand die spezifische Schwere der Luft zu Wasser = 1 : 846.

Anmerk. Es ist wohl zu bemerken, daß das vorher angegebene Verhältniß nicht zu allen Zeiten gleich sey; daß vielmehr ganz andere und verschiedene Rationen, die spezifische Schwere der Luft und des

Wassers

Wassers betreffend, von andern Naturkundigen angeführt werden. * Dieser Unterschied mag daher kommen, 1) von der verschiedenen Höhe des Ortes, an welchem Versuche angestellt werden; (§. 10. n. 2.) 2) von der verschiedenen Witterung der Luft, welche durch die Wärme verdünnt, durch die Kälte verdickt wird; 3) von der größern oder kleinern Menge der Dünste, welche mit der Luft vermischt sind; 4) von der verschiedenen spezifischen Schwere des Wassers.

§. 25.

Aufg. Die größere oder geringere Dichtheit der Luft zu finden.

Aufl. Man hänge eine hohle gläserne Kugel, die etwa einen Schuh im Durchmesser hat, und sehr dünn ist, an einen Arm einer guten leicht beweglichen Wage, und bringe sie durch eine solide Bleykugel an dem andern

* Guerike, *exper. magdeb. nov.* l. 3. c. 21. hat ein gläsersernes Gefäß nach ausgepumpter Luft gegen 4 Loth leichter gefunden. — Schottus, *techn. cur.* l. 1. c. 2. zog aus einem gläsernen Rezipient, welcher 32 wirzburger Maße hielt, die Luft; und fand ihn um 1 6/10 Unzen leichter. — Das kupferne Gefäß 24 1/2 rhein. Zoll im Durchmesser, welches Sturm, *phys. elect.* t. 2. a. 3. gebrauchte, verlor nach ausgezogener Luft 7 1/2 Loth. — Volder, *q. ac. de grav. aer.* §. 52. hält das Wasser 970mal, Homberg, *mem. de l'acad. roy. des sc.* 1693. ungefehr 800mal schwerer, als die Luft. — Wolf, nützl. Vers. 1 Th. rechnet auf einen Kubikfuß Luft ungefehr 585. Gran Apotheker Gewicht. — Andere setzen wegen der vielen Veränderungen die Gränzen zwischen 1 und 606 bis auf 1000.

dern Arme ins Gleichgewicht. So oft die Bleykugel das Uebergewicht erhält; ist es ein Anzeichen, daß die Glaskugel respektive leichter, und die Luft dichter geworden sey. Wenn hingegen die Glaskugel sinkt, so ist es ein Zeichen, daß die Luft sich verdünnt habe.

Die Erklärung ist aus der Hydrostatik, (Th. 1. §. 151.) herzunehmen, indem ein jeder Körper, in eine flüßige Materie eingetaucht, so viel von seinem Gewichte verliert, als das Gewicht des flüßigen unter gleichem Raume des festen Körpers ausmacht. Die gläserne Kugel verliert also mehr von ihrem Gewichte in einer dickern Luft, als in einer dünnern; muß daher in jener steigen, da sie in dieser sinket. Das geschieht zwar auch bey der Bleykugel; da aber diese einen viel kleinern Raum einnimmt, und hiemit spezifisch schwerer ist, als die hohle gläserne Kugel, so verliert die letztere allemal mehr in einer dichtern Luft, als die erstere.

Anmerk. 1. Ein dergleichen Werkzeug heißt Manometrum, Dichtemesser. Dadurch wird aber nicht angezeigt die absolute Dichtheit der Luft, sondern nur die respektive, nämlich verglichen mit derjenigen, welche war, als die beyden Kugeln mit einander im Gleichgewichte hiengen.

Anmerk. 2. Die Grade der vermehrten oder verminderten Dichtheit und Lockernheit der Luft mittelst dieses Werkzeuges genau zu messen, pflegt man einen in Grade eingetheilten Quadrant an die Wage zu befestigen, wonach man den Ausschlag der Zunge bemessen kann.

§. 26.

Lehrs. Man weiß aus mehrern Versuchen, daß die Räume, in welche sich die Luft ohne außerordentlich große Kraft zusammen pressen läßt, sich verkehrt verhalten, wie die zusammenpressenden Kräfte.

Anmerk. Wenn die Luft mit außerordentlich großer Kraft zusammengepreßt wird, so weicht sie von dem gegebenen Gesetze ab, und widersteht mehr, wie Boyle, Musschenbroek, Jak. Bernoulli und andere beobachtet haben. So ist auch die Schnellkraft der Luft, wenn sie zu heftig zusammengepreßt wird, nicht proproportional ihrer Dichtheit, sondern wächst in einer größern Ration, als die Dichtheit zunimmt. Aus diesem ist zu schließen, wie folgende Zusätze zu verstehen seyn. *

Zus. 1. Da die Dichtheiten sind im verkehrten Verhältnisse der Räume; (1. Th. 30. §. 1. Zus.) so sind die Dichtheiten der Luft im geraden Verhältnisse der druckenden Kräfte.

Zus. 2. Wenn sich die Schnellkraft verhält, wie die zusammenpressende Kraft: so ist auch die Schnellkraft der Luft im geraden Verhältnisse der druckenden Kräfte und der Dichtheiten, wie auch im verkehrten der Räume.

An-

* Boyle, defens. doctr. de elatere et gravitate aeris p. 2. — Mariotte, essai sur la nature de l'air. *oeuvr. t.* 1. *p.* 153. Du mouvement des eaux. p. 2. disc. 2. p. 141. — Musschenbroek, *instit. phys.* §. 1371. — Jac. Bernoulli, de gravit. aetheris op. t. 1. p. 93. seq. und t. 2. n. 103. a. 15. — Amontons, *mem. de l'acad. des sc.* 1705. p. 155. — d'Alembert, traité des fluides. l. 1. c. 6.

Anmerk. 1. Wie stark sich die Luft zusammenpressen lasse, ist noch nicht hinlänglich bestimmt. Ins gemein wird gesagt, man könne sie in einen achthundertmal kleinern Raum bringen. Indessen hat sie bisher, so viel bekannt ist, noch durch keine sowohl künstliche als natürliche Kraft dergestalt können verdicket werden, daß sie in einen festen Körper wäre verwandelt worden. *

Anmerk. 2. Aus der Schnellkraft der verdickten Luft werden die Wirkungen der Windbüchse, der kartesianischen Teufelchen ꝛc. erklärt.

§. 27.

* Boyle brachte die Luft in einen 14mal kleinern Raum. s. Joh. van Musschenbroek descriptio antliarum. p. 19. — Nach den mem. de Paris 1736. p. 48. zu 1/32. — Nach Hartsöker, cours de phys. p. 136. zu 1/60. — Nach Regnault, entretiens phys. t. 1. p. 29. durch die Windbüchse zu 1/100. — Von Hales mittelst einer Presse zu 1/38; und mittelst einer künstlichen Kälte zu 1/1551. vid. stat. veget. p. 259. deutsche Uebers. Auf diese Weise wäre die Luft noch einmal so dicht geworden, als Wasser. Daß hingegen dieselbe nicht über 1/800. könne zusammengepreßt werden, wird in den *mem. de Paris* 1703. p. 101. behauptet. — Sulzer, Versuche über die Zusammendruckung der Luft. *mem. de l'acad. roy. de Prusse* 1753. Hamb. Magaz. 17 B. 6 St. — Man hat auch gesucht, durch Verdünnung der Luft das Gesetz der Verdickung zu bestimmen. Jac. Bernoulli opp. t. 1. n. 22. s. Kästner, bey Anmerk. über die Markscheidekunst, die Abhandl. vom Höhemessen mit dem Barometer. §§. 7. 140. folg.

§. 27.

Erfahr. Eine lockere, verschlossene Blase dehnt sich an dem Feuer aus, so daß sie endlich bey starker Hitze zerplatzet.

Lehrs. Die Luft wird durch die Hitze ausgedehnt, und ihre Kräfte werden dadurch so groß, daß sie mit einer kalten dichtern Luft im Gleichgewichte stehen kann.

Wieweit die Luft durch die Wirkung des Feuers ausgedehnt werden könne, ist noch nicht entschieden. Soviel aber ist gewiß, daß eine geringe Portion Luft in einen sehr großen Raum ausgebreitet werden könne. Dieses erhellet aus den aerostatischen Bällen, welche mit verdünnter Luft angefüllt in die Höhe steigen, obschon die Maschine mit den Menschen 1000 und mehrere Pfunde wiegt. *

Von

* Die über diesen Gegenstand gemachten Versuche sind sehr verschieden. Feuchte Luft wird durch die Wärme vielmehr ausgedehnt, als trockne. Mersenne hat durch den Aeolusball die Luft in einen 60mal größern Raum ausgedehnt. Bernoulli, Hydrodyn. sect. 16. hat zu Petersburg beobachtet, daß die Ausdehnung der Luft in siedendem Wasser, in dem heißesten Sommertage, und im strengsten Winter sey, wie 6, 4, 3. Der Raum, welchen die Luft einnimmt beym Wärmegrade, wo Wasser in Eis übergeht, verglichen mit jenem, welchen sie einnimt, wenn das Wasser siedet, ist wie 2 : 3 befunden worden; verglichen mit jenem, wo Glas zu schmelzen anfängt, wie 1 : 3. Robins, new princip. of gunnery. c. 1. p. 5. hat bemerket, daß die Luft in weißglühendem Eisen eingeschlossen einen viermal größern Raum einnam, als zuvor, da das Eisen kalt war.

Die

Von der durch das Feuer ausgedehnten Luft werden auch zum Theile die Erscheinungen des Aeolusballs,

Die oben berührten aerostatischen Bälle, die Montgolfierschen, sind wohl zu unterscheiden von jenen, welche mit inflammabler Luft gefüllt werden. Von diesen geschieht Meldung im 3. Th. dieses Lehrb. §. 116. Von den erstern s. Geschichte der Aerostatik, historisch, physisch und mathematisch ausgeführt, von Kramp. Strasb. 1788. — Beschreibung der Versuche mit der aerostatischen Maschine des H. v. Montgolfier, von Faujas de St. Fond. a. d. franz. Leipz. 1784. Montgolfierische Luftkörper, eine Abhandlung von F. L. Ehrmann. Strasb. 1784. Versuch über die neu erfundene Luftmaschine des H. v. Montgolfier. von J. C. G. Hayne. Berl. 1784. Rapport à l'acad. ſur la machine aeroſtat. Paris 1784. L'art de naviguer dans les airs exposé par C. G. Kratzenstein. à Copenh. 1784.

Hier könnte noch gefragt werden, wie weit die Luft sich selbst überlassen, so daß keine äußere Kraft auf sie wirke, blos durch ihre eigne Schnellkraft sich ausdehnen könne? Hartſoeker, *cours phyſ.* p. 135. giebt ihr einen 4000mal größern Raum zu, als sie einzunehmen pflegt in ihrem natürlichen Zustande auf der Oberfläche der Erde. Boyle will erfahren haben, daß ihre Ausdehnung über 13769 gehen könne. vid. annotat. Clarkii ad Rohaulti phyſ. p. 361. Wenn nun die Luft, welche wir athmen, nach Hales in 1/1551 ihres Raums verdickt werden könnte: so folgte, daß der Raum der Verdickung zu dem Raume der Ausdehnung sich verhielte, wie 1/1551 : 13769, oder wie 1 zu 21355719. Jurinus in append. ad Varenii geographiam, 1712. p. 19. setzt das Verhältniß wie 1 : 826000, weil er glaubte, daß die Luft nur bis auf 1/60 ihres natürlichen Raums zusammengepreßt wer-

lusballs, der papinischen Maschine, des Erdbebens u. a. m. erklärt. *

IV. Ar-

den könnte. Boerhave, Chem. t. 1. p. 460. nimmt das Verhältniß an, wie 1 : 520000. Hierüber läßt sich nichts gewiß bestimmen, als daß die Ausdehnungskraft der Luft erstaunlich groß sey. Die verschiedenen Schlüsse kommen her theils von der Beschaffenheit der unterschiedlichen Luftarten, mit welchen, theils von der Art, auf welche die Versuche sind gemacht worden. Musschenbroek, *inst. phys.* §. 1386., hat oft beobachtet, daß die Luft in laulichem Wasser einen 46656000000mal größern Raum eingenommen habe.

* Daraus ist zu ersehen, wie Gefäße mit engen Röhren mit Wasser oder einer andern flüßigen Materie können gefüllt werden, wenn man sie erwärmet, und sodann die Röhren ins Wasser steckt. Ferner, wie in geheizten Zimmern, desgleichen bey Windöfen nnd Kaminen, wie auch in Kellern und unterirdischen Gängen u. d. gl. durch Flammenfeuer ein Luftwechsel unterhalten werde.

Erdbeben können aus mehrern Ursachen entstehen. s. *Memoire sur les tremblemens de terre*, par Mr. Bertrand 1756. Ebend. *Memoires historiques et physiques* 1757. J. G. Lehmann, physikal. Gedanken von Erdbeben und deren Fortpflanzung unter der Erde. Berl. 1757. — Aristoteles, *meteorol.* l. 2. c. 7. Kircherus, *mund. subterr.* l. 4. s. 2. Hauser, *phys. part.* t. 8. q. 1. S. C. Holmann, *de terrae motibus, inprimis nupero ulyssiponensi. Syll. comment.* p. 1. Nachrichten von dem letzten Erdbeben in Kalabrien und Sicilien etc. von Sir William Hamilton, a. d. engl. von G. F. Wehrs. Hannover. Lister, *act. Lips.* 1685. m. aug.

V. Artikel.

Verschiedener Zusammenhang der Luft mit andern Körpern.

§. 28.

Erfahrung. 1) Ein sphärisches gläsernes Gefäß AB mit einem langen Halse D (Fig. 7.) werde mit gemeinem Wasser gefüllt; an der Oeffnung D mit dem Finger zugehalten in ein anderes Gefäß mit Wasser BC eingesetzt, und so unter den Rezipient der Luftpumpe gestellt. Indem die Luft ausgezogen wird, geht das Wasser aus dem Gefäße AB durch den Hals D in das Gefäß BC, und in AB entsteht ein leerer Raum, gegen welchen sich viele kleine Luftbläschen durch das Wasser erheben. Diese Bläschen werden unter dem Steigen nach und nach größer, und zerplatzen endlich auf der Oberfläche des Wassers. Wenn gar keine Bläschen mehr zum Vorscheine kommen, lasse man die Luft wieder in den Rezipient. Alsdenn wird zwar das Wasser in das Gefäß AB steigen, aber dasselbe nicht ganz ausfüllen. In A wird ein Raum voll Luft seyn.

2) Wenn in den beyden Gefäßen ABD und BC das Wasser außer dem Rezipient am Feuer erwärmt, und zum sieden gebracht wird: so steigen sehr viele kleine Luftblasen durch dasselbe in dem Halse D in die Höhe, und sammeln sich oben in A in eine große.

3) Stellt man die beyden Versuche mit Wein, Weingeist, Bier u. d. gl. an: so läßt sich das nämliche

beobachten, nur mit dem Unterschiede, daß bald mehr, bald weniger Blasen, jetzt geschwinder, jetzt langsamer aufsteigen, nach der Verschiedenheit der Flüßigkeiten, welche dazu gebraucht werden.

Lehrs. Die Luft dringt aus den flüßigen Körpern heraus, wenn die äußere Luft, welche dieselben umgiebt, unter dem Rezipient hinweggenommen wird; oder wenn die flüßigen Körper erwärmt werden, und sieden.

1) Die in den Zwischenräumchen der flüßigen Körper enthaltene, und mit der äußern entweder unmittelbar oder mittelbar Gemeinschaft habende Luft bestrebt sich zwar vermöge ihrer Schnellkraft beständig auszudehnen; wird aber großentheils durch den Druck der allenthalben aufliegenden äußern Luft verhindert. Wenn nun diese mittelst der Luftpumpe verdünnet, und ihr Druck vermindert wird: so dehnt sich die in den Körpern versteckte Luft wegen gestörtem Gleichgewichte wirklich aus; und wenn die Ausdehnungskraft stärker ist, als der Zusammenhang der Luft mit den Theilen des flüßigen Körpers, zwischen welchen sie gleichsam eingesperrt liegt; so macht sie sich dieser Banden los, und wird von dem spezifisch schwerern flüßigen Körper ausgestoßen.

2) Weil das Feuer, wie noch besonders wird bewiesen werden, alle Körper ausdehnt, und ihre Poren erweitert; so wird der Luft, welche in dem flüßigen Körper eingeschlossen ist, und sich beständig auszudehnen trachtet, weniger Widerstand entgegengesetzt. Da nebstdem die Schnellkraft der Luft durch das Feuer sehr vermehrt wird; so reißt sie sich um so leichter los.

Anmerk. Die Luftblase in A wird immer kleiner, und verschwindet endlich ganz, indem sie in das Wasser zurücktritt, wenn dieses, nachdem es zuvor seiner Luft unter dem Rezipient beraubt war, wieder in die freye Luft gesetzt wird; oder wieder erkaltet, nachdem es an dem Feuer seine Luft verloren hatte.

Erfahr. Wenn das gläserne Gefäß AD (Fig. 7.) mit Wasser angefüllt ist, welches seiner Luft nicht beraubt ist; und eine Luftblase so hineingelassen wird, daß diese den obern Theil A einnimmt: so wird dieselbe niemal in das Wasser gehen, wenn es auch noch so lange in dieser Verfassung bleibt; ja sogar weder eine gewaltsame Zusammenpressung, weder Hitze noch Kälte bringt es dahin, daß die Luftblase in das schon gesättigte Wasser eindringe.

Zus. Es liegt also eine gewisse und bestimmte Menge Luft in den flüßigen Körpern, dermaßen, daß sie nicht mehr in sich aufnehmen.

§. 29.

Erfahr. Die meisten festen Körper, z. B. Holz, Rinden, Früchte, Fleisch, Knochen ꝛc. in Wasser, welches zuvor von der Luft ist gereiniget worden, gelegt und unter den Rezipient gestellt, geben, wenn die Luft aus dem Rezipient gezogen wird, sehr viele helle Luftbläschen von sich, welche sich anfänglich um die Körper herum anhäufen, nach und nach größer werden, endlich sich losreißen, und durch das Wasser aufsteigen. Wenn hernach neue Luft unter den Rezipient gelassen wird, sinken Körper in dem Wasser zu Boden, welche zuvor auf demselben schwammen.

Lehrs. Auch in den festen Körpern ist viel Luft verborgen, welche schier auf die nämliche Weise, wie §. 28. sich entwickelt.

§. 30.

Man hat noch mehrere andere Arten, als §§. 28. 29. die Luft von den flüßigen und festen Körpern loszumachen, nämlich wenn man dieselbigen gähren oder faulen läßt, oder durch andere chemische Behandlungen in ihre Bestandtheile auflöst.

Bey dergleichen Verfahren bemerkt man 1) daß noch eine große Menge Luft aus den Körpern ausgehe, obschon sie zuvor entweder unter dem Rezipient oder durch die Wärme viel verloren hatten; 2) daß der Raum der bey der Auflösung der Körper sich entwickelnden Luft vielmal größer sey, als der Raum der Masse, in welcher sie versteckt lag.

Zus. Es folgt also, daß die in den flüßigen sowohl, als festen Körpern verborgene Luft sehr zusammengepreßt sey; und daher ist es auch kein Wunder, daß, indem sie sich losreißt, und ausdehnt, so erstaunlich große Wirkungen macht. Davon kömmt es 1) daß sie bisweilen die stärksten Gefäße zersprengt, in welchen die Auflösung gemacht wird. 2) Daß, wenn die Säfte in den todten Körpern in die Fäulung übergehen, der Bauch von der ausgedehnten Luft gewaltsam aufgeblasen werde, und oft zerplatze. 3) Daß bey Gährung des Weinmostes die geschlossenen Fässer, obgleich sie mit eisenen Reifen beschlagen sind, bersten. 4) Auch das Schießpulver hat großentheils seine Kraft von der darinn eingeschlossenen und durch das Feuer befreyten elastischen Luft. ꝛc.

Anmerk.

Anmerk. Es ist wohl zu bemerken, daß die Luft, indem sie sich aus den Körpern entweder durch die Wirkung des Feuers, oder durch eine Aufbrausung, oder durch eine Gährung, Fäulung u. s. m. losreißet, und flüchtig wird, viele Bestandtheilchen des verbrannten, destillirten, siedenden, aufbrausenden, gährenden, faulenden Körpers mit sich fortführe, und besondere Wirkungen an andern Körpern verursache, wo sie sich neuerdings anhängt, oder eindringt. Aber hierüber wird weitläuftiger an seinem Orte gehandelt werden, da hier im allgemeinen, was vorläufig zu wissen nöthig ist, vorausgeschickt wird. *

§. 31.

Hier kann gefragt werden, wie die Luft, welche in den Körpern zusammengepreßt versteckt liegt, und bey ihrer Befreyung mit großer Gewalt sich ausdehnt, in dieselben gekommen und zusammengepreßt worden sey?

Die Kraft, mit welcher die Theilchen einer flüßigen Materie, z. B. ein Tropfen Wasser einander anziehen, oder wie andere reden, sich einander nähern, und unter sich zusammenhangen, ist größer, als man meint. Es besteht nämlich ein jedes Tröpfchen aus mehrern tausenden kleinen Partikelchen, deren jedes die andern umherliegenden anzieht, und mit ihnen zusammenhängt. Folglich ist in dem Tröpfchen die ganze anziehende und zusammenhangende Kraft nicht

 gering.

* Sieh III. Th. dieser Physik §§. 82. 101. 102. 104. u. f. 221.

gering. Mit der nämlichen Kraft aber, mit welcher die Theilchen des Wassertröpfchens einander anziehen, wirken sie auch auf die zwischen ihnen eingeschlossene Luft, und drucken sie zusammen. 2) Wenn eine flüßige Materie in einen festen Körper eindringt, so geschieht dieses mit Gewalt. S. Th. 1. §§. 231. 232. Folglich wird auch die in den Poren des festen Körpers schon eingeschlossene Luft dadurch zusammengedruckt; nebst dem geht noch Luft mit dem flüßigen Körper in den festen, und wird hiemit durch die Gewalt des eindringenden flüßigen noch mehr zusammengedruckt.

Zus. Indem Thiere und Pflanzen ihre Nahrung in sich nehmen, ist allezeit viel Luft dazwischen. Daher ist es begreiflich, wie sie eine so große Menge zusammengepreßter Luft in sich enthalten, welche bey der Auflösung die (§. 30. Zus.) angeführten Wirkungen durch ihre Schnellkraft verursachet.

VI. Ar-

VI. Artikel.

Der Wind.

§. 32.

Erklär. Eine Bewegung der Luft, wodurch ein großer Theil derselben von einem Orte zum andern mit einem Getöse gebracht wird, heißt der Wind, ventus.

Lehrs. Das gestörte Gleichgewicht der Atmosphäre ist die Ursache des Windes.

Denn, wenn aus immer einer Ursache das Gleichgewicht der Luft gestört wird: so muß dieselbe nach den Gesetzen der Hydrostatik in Bewegung kommen. Diese Bewegung ist aber das, was wir Wind nennen.

Zus. 1. Dergleichen Ursachen kann es viele geben; z. B. Wärme und Kälte, Vermehrung oder Verminderung der Schwere der Luft, eine größere oder kleinere Menge mehr oder weniger elastischer Dünste und Dämpfe, welche aus der Erde mit der Luft vermischt aufsteigen, schwere Wolken, die sich gähling senken, u. s. m. So, wenn die Luft an einem Orte durch die Wärme verdünnet wird, und sich ausdehnt, stößt sie entweder die nächst angränzende fort, oder wird von der dichtern, schwerern und mehr elastischen zurückgetrieben; oder wenn nach gehobenem Widerstande die Luft zusammenfließt, entsteht ein Wind.

Zus. 2. Weil das Gleichgewicht der Atmosphäre in sehr verschiedenen Gegenden gestört werden, und folglich auch der Wind aus verschiedenen Gegenden blasen kann: daher ist die bekannte Eintheilung der Winde gekommen. Von den vier Hauptgegenden ist der Nordwind, Boreas, der Ostwind, Eurus, der Südwind, Auster, der Westwind, Africus. Der zwischen Nord und Ost, 45 Grade zwischen beyden, wehet, heißt Nordost; der 30 Gr. von Nord, 60 Gr. von Ost entfernt ist, Nordnordost, u. s. w. Die Winde werden ferner eingetheilt, in allgemeine oder beständige, welche in einigen Gegenden beständig wehen, z. B. zwischen den Wendezirkeln; in periodische, Passatwinde, Mussons, welche in gewissen Gegenden und zu gewissen Zeiten wehen; in veränderliche, welche, ohne Zeit, Richtung, Geschwindigkeit und Dauer zu halten, gehen.*

Zus. 3. Das Gleichgewicht kann aus verschiedenen Ursachen zur nämlichen Zeit in der obern und untern Luftgegend gestört werden. Daraus ist begreiflich, wie die obern und untern Winde nach verschiedenen und entgegengesetzten Richtungen zugleich laufen können. §. 33.

* Zahn, *disquis. anemoscop.* c. 3. — Hauser, *phys. part.* t. 8. p. 13. q. 3. — Fr. Bacon de Verulamio, *historia naturalis et experimentalis de ventis.* 1664. W. v. 3. p. 441. — D'Alembert, *reflexion sur la cause generale des vents.* Berl. 1747. — Kircheri *mund. subterr.* l. 2. 4. — P. Wargentin, kurze Anmerk. vom Winde. Schwed. Abhandl. 1762. S. 173. — Theorie des Windes. Leipz. Samml. zur Physik. 2. B. S. 575.

Zus. Sturmwinde, Wirbelwinde, Orkane.

§. 33.

Die Winde sind von unterschiedlicher Beschaffenheit, nachdem die Dämpfe und Dünste, welche sie mit sich führen, unterschieden sind. Sie können dem menschlichen Körper gesund und schädlich seyn. Mittagwinde sind warm, weil sie aus warmen Gegenden kommen, und dergleichen Dünste mitbringen. Nordwinde sind kalt, weil sie über kalte Gegenden gehen, und solche Luft bringen. Andere Winde sind feucht, weil sie über das Meer und andere wässerichte Gegenden wehen, und eine große Menge feuchter Dünste mit sich nehmen. Daher sind uns die Westwinde gewöhnlich feucht. Trockne Winde kommen über das feste Land her; dergleichen sind bey uns meistens die Ostwinde.

§. 34.

Die Geschwindigkeit und Stärke der Winde zu messen, sind Werkzeuge erdacht worden, die man Anemometer nennt.* Der beste Windemesser, den man

* *Description d'un anemometre* par M. de Dalberg. (jetzt Koadjutor zu Mainz) Erfurt 1781. auch im goth. Magaz., 1 B. 1 St. Ein bequemer Windmesser, der die Richtung des Windes und seine Neigung zeigt, dessen absolute und relative Stärke anmerkt, und eine solche Einrichtung hat, daß er nicht leicht wandelbar werden kann. — Ein Anemometergraph von Onz-en-Bray. *Mem. de l'ac. roy. des sc.* 1734. p. 123. — M. Lomonosow, *Anemometrum summam celeritatem cujusvis venti et simul variationes directionum ind. comm. Petr. nov.* t. 2. p. 128. Ebend. t. 10. p. 302. J. E. Zeiher, *methodus velocitatem venti absolutam determinandi.* — Leupold, *th. mach.* 1. t. c. 18.

man bißher hat, besteht aus einigen Flügeln und einem Rade. Da die Flügel von dem Winde bewegt werden, macht auch das Rad seine Umläufe, welche entweder unmittelbar gezählt, oder an einem Zeiger, welcher an einer runden Scheibe herumläuft, angedeutet werden.

Die Erfahrung lehrt, daß beständige Winde in einer Sekunde einen Weg von ungefehr 12 Schuhen machen. Veränderliche Winde gehen bald geschwinder, bald langsamer. Wenn in einer Sekunde ein Weg von 60, 70, 80 ꝛc. Schuhen zurückgelegt wird, wie es zuweilen geschieht, so ist es ein Sturm, Orkan.

§. 35.

Der Nutzen der Winde ist sehr groß. 1) Bewegen sie die Luft, und machen sie zum Athmen der Thiere tauglicher. Bey einer langen Luftstille pflegen oft epidemische Krankheiten zu herrschen. 2) Wenn die Luft nicht bewegt würde, sondern immer eine und die nämliche Pflanze umgäbe; so würde diese bald von den Ausdünstungen derselben angefüllt seyn, und die Pflanzen selbst würden nicht mehr ausdünsten können. Diese können aber ohne beständige Ausdünstung nicht bestehen, weil bey Abgange derselben eines Theils ein neuer Nahrungssaft in den Pflanzenkörper nicht wohl eingehen kann, andern Theils die schon darinn befindlichen stocken, und verderben müßen. 3) Die Sonnenhitze wird durch die Winde gemäßigt; und viele Länder werden vermuthlich dadurch wohnbar gemacht. 4) Sie bringen bald Wärme, bald Kühlung von den Gegenden, aus welchen sie

wehen.

wehen. 5) Sie tragen die Wolken von einem Himmelsstriche zum andern, und verschaffen dadurch der Erde den Regen. 6) Sie bringen die stehenden Gewässer in Bewegung, und bewahren sie hiemit gegen die Fäulung; trocknen auch die sumpfichten Gegenden aus. 7) Sie bewegen viele nützliche Maschinen; befördern die Schiffahrt. ꝛc. *

VII. Artikel.

Der Schall.

§. 36.

Wenn eine Glocke geschlagen, oder eine gespannte Saite erschüttert wird, oder zween elastische Körper aneinander stoßen; so wird in unserm Ohre eine Empfindung erregt, welche man die Empfindung des Schalls, sensatio soni, nennt. Die Körper, welche den Schall von sich geben, sind allezeit mehr oder weniger von den Ohren entfernt; es muß also etwas seyn, mittelst dessen der schallende Körper auf das Gehörwerkzeug wirket. Der Naturforscher hat demnach drey Sachen zu betrachten: 1) den Körper, welcher den Schall von sich giebt; 2) das Mittelding,

* Seneca, *quaest. nat.* l. 5. — Edm. Halley, *phil. transact.* n. 183. und *act. Lips.* 1687. Sept. — Wolff, *elem. hydr.* §. 156. *aerom.* §. 188. — Nollet, 3 Th. 11 Vorles.

ding, zwischen dem schallenden Körper und den Ohren; 3) das Ohr selbst.

§. 37.

Beobachtungen. 1) Wenn eine gespannte Saite erschüttert, oder eine Glocke geschlagen wird, so hören wir nicht alleine den Schall, sondern wir empfinden auch in der Hand, wenn wir die Saite oder die Glocke damit berühren, eine zitternde Bewegung. 2) Wenn ein mit Wasser, Quecksilber oder einer andern flüßigen Materie gefülltes Glas geschlagen wird; so beobachtet man auf der flüßigen Materie eine wellenförmige Bewegung, so lange der Schall dauert. 3) Stäubchen und andere kleine Körperchen zittern oder hüpfen auf dem schallenden Körper. 4) Wenn eine gespannte Saite mit einem Geigenbogen, welcher mit Unschlitt beschmiert ist, gestrichen wird, giebt sie keinen Schall von sich; das Gegentheil geschieht, wenn der Bogen mit Geigenharze bestrichen ist. 5) Man schlage eine Saite mit einem Federkiele, daß sie schalle; sobald man sie mit einem Stückchen Tuch, oder sonst einem weichen Körper berührt, wird sie zu schallen aufhören. Wenn aber ein stählerner Stift daran gebracht wird, so schallt sie wieder. Ueberhaupt die Körper schallen um so mehr, je elastischer und geschickter sie sind, eine zitternde Bewegung anzunehmen. Sie schallen hingegen wenig oder gar nicht, wenn sie weich oder wenig elastisch sind.

Lehrs. Der Schall, in dem schallenden Körper

per betrachtet, entsteht von der zitternden Bewegung und von den Schwingungen desselben. *

§. 38.

Erfahr. Wenn die Luft nach und nach aus dem Rezipient gezogen wird, unter welchem ein Uhrglöckchen schlägt; so wird der Schall nach und nach schwächer, bis er schier gar nicht mehr gehört wird. Läßt man aber die Luft wieder in den Rezipient, so nimmt er wieder zu.

Erklär. Dieser Versuch beweiset, daß die Luft das Fortpflanzungsmittel des Schalls sey. Weil aber die Luft sehr elastisch ist; so kann der schallende Körper, welcher allenthalben mit Luft umgeben ist, in derselben nichts anders thun, als daß er sie in eine ähnliche zitternde Bewegung setze.

Lehrs. Die Fortpflanzung des Schalls besteht meistens in wechselseitigen Schwingungen der Luft, indem ihr von dem schallenden Körper eine zitternde Bewegung mitgetheilt wird.

Zus. Zur Fortpflanzung des Schalls ist nicht genug eine solche Bewegung, motus translatorius, wodurch die Luft von einem Orte zum andern gebracht wird. Denn bey einer solchen Bewegung, wo die Luft ihren Ort völlig verläßt, und anderswohin fließt, entsteht ein Wind, kein Schall.

§. 39.

* Carré, *mem. de l'acad. roy. des sc.* 1700. Ebend. *de la Hire*, 1716. — Krafft, *prael. phys.* p. 3. c. 6. — Nollet, 3 Th. 11 Vorles. — Euler, *sur la generation et sur la propagation du son. Mem. de l'acad. roy. des sc. de Prusse.* 1765. p. 335.

§. 39.

Erfahr. 1) Feste Körper geben oft einen Schall von sich, obschon sie mit der Luft, in welcher der Mensch hört, keine Gemeinschaft haben. So hören wir in wohl verschlossenen Zimmern, in Kellern und unterirdischen Höhlen, was außerhalb schallet. Man hört große Heere Fußvolk und Reuterey von weitem kommen, wenn man auf dem Felde das Ohr nahe an die Erde hält, obschon man stehend nichts davon hört. Eine Uhr unter einen Rezipient gestellt wird schlagen gehört, obgleich die Luft in dem Rezipient mit der äußern nicht verbunden ist; sogar nachdem die Luft unter dem Rezipient sehr verdünnt ist, hört man den Schall der Uhr, wenn nur dieselbe die Wände des Rezipient berührt. 2) Nollet * ließ sich mehrmal unter das Wasser, und hörte unter demselben, obwohl etwas schwächer, alle Arten des Schalls bis auf die deutliche Aussprache der menschlichen Stimme.

Lehrsatz. Der Schall wird auch durch andere sowohl feste als flüßige Körper fortgepflanzt.

Die von dem schallenden Körper in der Luft erregte zitternde Bewegung wird den Fenstern, Thüren, Wänden, auch der Erde u. s. w. mitgetheilt, und durch diese der angränzenden Luft, u. s. w.

Anmerk. Daß der Schall nicht alleine durch die in dem Wasser befindliche und mit der äußern in Verbindung stehende Luft, sondern auch durch das Wasser selbst fortgepflanzt werde, beweißt Nollet durch einen Versuch, indem er eine Glocke unter Wasser, welches kurz

* Vorles. 3 Th. S. 366.

kurz zuvor seiner Luft beraubt worden war, bewegte; und keinen Unterschied wahrnahm zwischen dem Schalle der nämlichen Glocke unter Wasser, welches von der Luft nicht gereiniget war.

VIII. Artikel.

Unterschiedliche Eigenschaften des Schalls.

§. 40.

Lehrs. Der Schall wird nach und nach fortgepflanzt.

Der Schall in seinem Fortpflanzungsmittel betrachtet besteht in der schwingenden und zitternden Bewegung der Lufttheilchen. (§. 38.) Es kann aber nicht seyn, daß im nämlichen Augenblicke, wo die erstere Lage der Luft von dem schallenden Körper in Bewegung gesetzt wird, auch zugleich die zweyte, dritte u. s. w. bewegt werde. Es wird also immer eine gewisse Zeit erfodert. Das erhellt auch aus dem, weil bey Losbrennung einer Kanone der Blitz ehender gesehen, als der Knall gehört wird.

Anmerk. Der Zeitraum, in welchem die Flamme gesehen, und der Schall gehört wird, zeigt in einer gegebenen Entfernung die Geschwindigkeit an, mit welcher der Schall sich fortpflanzet. Man hat in verschiedenen Gegenden Versuche darüber angestellt, die aber nicht ganz genau miteinander übereinstimmen. Nach Euler durchläuft der Schall in einer Sekunde

1100 rheinische Schuhe; nach den neuern Beobachtungen in Frankreich von Cassini, Maraldi, de la Caille, wenigstens 1038 pariser Schuhe.*

§. 41.

Erfahr. Wenn ein Mensch in der Mitte eines großen freyen Platzes steht, und laut spricht, oder eine Glocke geschlagen wird: so hört man es rings herum weit und breit. 2) Wenn eine Saite erschüttert wird, so tönet auch in der Nachbarschaft eine andere gleichgestimmte, sie mag oben, unten oder auf der Seite sich befinden.

Lehrs. Der Schall erweitert sich allenthalben hin durch Stralen, welche eine Sphäre bilden, deren Mittelpunkt der schallende Körper einnimmt.

Dieses beweiset die Erfahrung, und besonders was kurz zuvor n. 2. von dem Wiederschalle der Saiten gesagt worden ist. Obschon ein zitternder Körper, z. B.

* *L'hist. de l'acad. roy.* 1738 p. 193. Ebend. 1739. p. 169. — Nach ältern Beobachtungen in Frankreich von Cassini, Huygens, Piccard, Römer, 1172 par. Fuß. Du Hamel, *hist. acad. reg.* l. 2. s. 3. c. 2. — Nach Flamsted und Halley in England 1072 par. Fuß. — Nach de la Condamine bey Quito 1050, in Cayenne 1101 Fuß. Voyage de la riviere des amazons. p. 206. — Nach den Florentinern 1180 Fuß. Tentam. Flor. p. 113. — J. H. Winkler, *tentamina circa soni celeritatem* Lips. 1763. — Lambert, *sur la vitesse du son. Mem. de l'acad. roy. des sc. de Prusse* 1768. p. 7. Wenn die Versuche genau angestellt worden sind: kömmt der Unterschied blos von der veränderlichen Luft her. s. unten §. 42. Anmerk.

B. eine elastische Saite nur nach gewissen Richtungen hin und her schwinget, jetzt rechts, jetzt links auslaufend; wenn sie jedoch an ein Lufttheilchen M in der Richtuug MN anstößt, so muß auch das Gleichgewicht der Theilchen S, R, T (Fig. 8.) und aller übrigen benachbarten gestört werden, und hiemit allerseits eine ähnliche zitternde Bewegung erfolgen. Auf solche Weise wird der Schall sphärisch fortgepflanzt, schier wie die Wellen in dem Wasser zirkelförmig erweitert werden, wo die Schwere die Stelle der elastischen Kraft vertritt.*

§. 42.

Erfahr. Zu erfahren, ob ein schwacher und ein starker Schall mit gleicher Geschwindigkeit fortgehen, hat die pariser und florentiner Akademie ** unterschiedliche Versuche anstellen lassen. Die Florentiner haben in einer Entfernung von 3000 Ellenbogen (1 ital. Meile) Kanonen von verschiedener Größe losschießen lassen, und beobachtet, daß der Schall einer jeden innerhalb 5 Sekunden den besagten Weg machte. Hernach haben sie den Versuch in der halben Entfernung wiederholt, und gefunden, daß auch der Schall in der halben Zeit ankam. Dieser Versuch ist durch mehrere andere bestättigt.

Lehrs.

* S. 1. Th. §. 116. Zus. 3. Anmerk.

** *Tentam. exper. nat.* part. 2. p. 106. — *L'hist. de l'acad. roy.* 1738. 1739. — W. Derham, *experimenta et observationes de soni motu aliisque ad id attinentibus. philos. transact.* n. 313.

Lehrs. Der Schall wird durch eine gleichartige Bewegung fortgepflanzt, oder durchläuft in gleichen Zeiten gleiche Räume, er mag schwach oder stark seyn.

Anmerk. Daß bey gleicher Schnellkraft und Dichtheit des Mitteldings die Bewegung des Schalls in gleichartiger Geschwindigkeit geschehe, haben Neutons Kommentatoren. l. 2. princ. p. 47. de motu per fluida propagato. n. 28. weitläuftig bewiesen. Wenn aber das Mittel verschieden ist, so beweisen sie ebend. n. 29. daß die Geschwindigkeiten der Schwingungen seyn im geraden Verhältnisse der Wurzelgrößen der Schnellkraft und im verkehrten der Wurzelgrößen der Dichtheit; oder wenn die Geschwindigkeit ist C, die Schnellkraft des Mitteldings E, die Dichtheit desselben D, so ist C insgemein $= \frac{\sqrt{E}}{\sqrt{D}}$.

Zus. Wenn also der Werth des Bruches $\frac{\sqrt{E}}{\sqrt{D}}$ unveränderlich ist, so bleibt auch die Geschwindigkeit unverändert; und umgekehrt, wenn bekannt ist, daß die Geschwindigkeit des Schalls in einem Mitteldinge beständig sey, so ist auch der Werth des Bruches beständig.*

§. 43.

* Derham und andere waren zwar der Meinung, daß die Bewegung des Schalls zu einer jeden Jahrszeit und bey jeder Witterung (einige nahmen nur starke Winde aus) mit gleichartiger Geschwindigkeit fortgehe; dieses scheint aber gegen die Gesetze der Bewegung, besonders des Stoßes elastischer Körper zu seyn. Dan. Bianconi zeigt in einem Sendschreiben an Sc. Maffei, Hamb. Magaz.

16. B.

§. 43.

Lehrs. Die Stärke des Schalls hängt überhaupt von der Heftigkeit der Schwingungen ab, welche an das Ohr anschlagen.

1) Je dichter die Luft ist, desto stärker pflegt der Schall zu seyn. Denn in diesem Falle schlagen mehrere Lufttheilchen zugleich an das Ohr an, und bewegen es heftiger. (Versuch §. 38.) 2) Wenn die Schnellkraft der Luft zunimmt, nimmt auch die Stärke des Schalls zu. Wenn ein Glöckchen unter einen Rezipient eingeschlossen, und die Schnellkraft der darinn enthaltenen Luft durch die Wärme vergrößert wird: hört man den Schall weiter. 3) Je größer die Schwingungen des schallenden Körpers sind, desto heftiger ist der Schall. Denn dadurch werden die Lufttheilchen stärker zusammengestoßen, und schlagen also heftiger bey ihrer Ausdehnung an das Ohr. Eine stark erschüt-

16. B. S. 476. daß der Schall in warmer Luft geschwinder gehe, als in kalter. Winde, nachdem sie mit dem Schalle in einerley oder entgegengesetzter Richtung gehen, müßen nicht nur in Betreff der Weite der Fortpflanzung, und in der Stärke, sondern auch in der Geschwindigkeit desselben eine Veränderung verursachen. Musschenbroek, *tent. flor. additam.* p. 108. — Kircherus, l. 1. *phonurg.*

Der Nutzen der Theorie von der gleichartigen Bewegung des Schalls besteht darinn, daß man daraus beyläufig schließen kann auf die Entlegenheit zweener Oerter voneinander, z. B. bey Schiffahrten auf dem Meere, bey Belagerungen, bey Gewittern, u. s. w. *Tent. Flor.* p. 115.

schütterte Saite giebt einen stärkern Schall von sich; aber dadurch wird die Anzahl der Schwingungen und der davon abhangende Ton nicht verändert. Folglich vermehrt eine stärkere Erschütterung der Saite nur deswegen den Schall, weil dadurch größere Schwingungen veranlaßt werden.

Zus. 1. Der Schall ist bey übrigen gleichen Umständen desto schwächer, je weiter man von dem schallenden Körper entfernt ist. Denn wenn der schallende Körper A die sphärische Luftfläche MCD (Fig. 9.) schlägt, und dieselbe zusammendruckt; und diese eben so auf auf die größere NRS, und diese wieder auf die noch größere OFB, u. s. w. druckt, wie eine jede selbst zuvor zusammengedruckt war: so folgt, daß die Zusammenpressung desto geringer werde, je größer die Entfernung von dem schallenden Körper wird, weil eine Kraft um so mehr abnimmt, je mehr dieselbe vertheilt wird. Deswegen müßen auch die Schwingungen der Lufttheilchen kleiner werden, je weiter dieselbigen von dem schallenden Körper entfernt sind; hiemit wird auch der Schall schwächer. *

Zus. 2. Ein stärkerer Schall wird in einer größern Entfernung gehört, als ein schwächerer. Denn obgleich ein starker Schall eben so geschwind geht, als ein schwacher; (§. 42.) weil jedoch die Stärke

* Vorausgesetzt (§. 41. Lehrs.) daß sich der Schall von dem Orte, wo er entsteht, nach allen Seiten zu, gleichsam wie schallende Stralen, ausbreitet; so muß derselde abnehmen, wie das Quadrat der Entfernung zunimmt, weil man um so stärker hört, je mehr schallende Stralen auf das Ohr fallen, und anschlagen.

Stärke des Schalls immer abnimmt, wie er sich weiter von dem schallenden Körper entfernt; (Zus. 1.) so wird ein an sich schon schwacher Schall in einer größern Entfernung noch schwächer, als daß er in dem Werkzeuge des Gehörs einen merklichen Eindruck machen könne, welches jedoch ein starker Schall noch vermag.

Anmerk. Aus dem vorhergehenden wird nun begreiflich, warum ein starker und ein schwacher Schall mit gleicher Geschwindigkeit oder in einerley Zeit einen gleichen Raum durchlaufen. Denn obschon bey einem starken Schalle die Bestandtheilchen des schallenden Körpers sowohl, als die Lufttheilchen enger zusammengedruckt werden, als bey einem schwachen Schalle; so geschieht doch bey einem sowohl, als bey dem andern die Wiederherstellung in die vorige Lage nicht geschwinder, weil die enger zusammengedruckten Theile auch einen größern Raum im Hin- und Hergehen beschreiben müßen; wodurch geschieht, daß die Schwingungen bey dem starken und schwachen Schalle ganz gleichzeitig sind. *

§. 44.

Lehrs. Der Schall wird reflektirt oder zurückgeworfen, wenn er auf einen harten Körper stößt.

Weil der Schall, in seiner Fortpflanzung betrachtet, in einer zitternden Bewegung der Luft besteht; diese aber sehr elastisch ist: so muß er nach den gemei-

* Gravesande, *phys. elem.* l. 4. c. 7. n. 2348. seq.

meinen Gesetzen der Reflexion, * wenn ihm ein harter Körper im Wege steht, zurückgeworfen werden.

Zus. 1. Daher kömmt es, daß der Schall in geschlossenen Orten stärker ist, als in freyem Felde.

Zus. 2. Je stärker nnd elastischer der Widerstand ist, desto lebhafter ist auch der zurückgeprellte Schall. Daraus ist abzunehmen 1) warum eine Stimme mehr schallt in einer Kirche u. d. gl., welche blose glatte Wände hat, als wenn diese mit Tapeten behängt sind; weil diese aus Wollen oder Seiden verfertigt weniger geschickt sind, den Schall zurückzuwerfen. Das nämliche geschieht bey einem großen Haufen Leute. 2) Warum man musikalische Instrumente aus trocknem und elastischem Holze oder aus Metalle zu verfertigen pflege. 3) Warum der Schall vermehrt werde, wenn der schallende Körper und die davon bewegte Luft von einem harten, elastischen und gewölbten Körper unterstützt ist; weil die anstoßenden Lufttheilchen mehr zusammengedruckt, und in weitere Schwingungen gebracht werden. Wenn nebst dem gewölbte Gänge da sind: so muß der Schall öfter reflektirt, und dadurch vermehrt werden.

Zus. 3. Hieraus läßt sich die Anwendung auf das Sprachrohr machen, tuba stentorea, ein Instrument, mittelst dessen man die artikulirte Stimme auf eine große Entfernung dem Ohre zuführen kann. Denn weil die obere Mündung des Rohrs nicht größer ist, als daß nur die Lefzen bequem davon können bedeckt werden, und der Durchmesser nach und nach znnimmt, das

* S. 1. Th. §§. 118. 119.

das Rohr aber selbst aus sehr elastischen Wänden besteht: daher wird 1) die Stimme des Redenden zusammen gehalten, daß sie nicht sobald zerstreuet werde, wie in freyer Luft geschieht. 2) Weil der Durchmesser des Rohrs nach und nach größer wird, so stößt der Schall öfters in seinem Durchgange an die Seiten an, und wird von einer auf die andere reflektirt. Indem 3) diese Seitenwände sehr elastisch sind, so wird der in dem Rohre zusammengedrungene Schall durch die öftere Reflexion verstärket, und kann auf solche Weise in einer ziemlich großen Entfernung vernommen werden. Die kegelförmige Figur scheint für das Sprachrohr die beste zu seyn.*

Zus. 4. Wenn Jemand im Brennpunkte eines parabolischen Spiegels steht, und leise redet, so kann er von einem andern gehört werden, der an den Brennpunkt eines andern gegenüberstehenden Spiegels sein Ohr hält, ohne daß jemand dazwischen etwas

* Lambert, *mem. de l'acad. roy. des sc. de Pr.* 1763. p. 87. — Der Erfinder des Sprachrohrs ist Ath. Kircherus. s. seine *Musurgia* 1648, und *Phonurgia* ad initium. — Samuel Morland, *Account of Speaking trumpet*. Lond. 1671. hat dieses Instrument um vieles verbessert. Derham, *physico-theol.* l. 4. c. 3. n. 25. — Schottus, *Mag. phonotect*, p. 2. l. 3. synt. 1. rühmt vor andern das schneckenförmige Rohr an. — J. M. Hasius, *dissert. de tubis stentoriis*. Lips. 1719. empfiehlt ein aus einem elliptischen und parabolischen Stücke zusammengesetztes Sprachrohr an. — Cassegrain lobt die hyperbolische Gestalt. Vid. Sturm, *coll. exper. cur.* p. 2. *tent.* 8. — Hauser, *phys. part.* t. 8. p. 9. q. 1.

was davon vernehmen kann; denn die Schallstralen, welche von dem einen Spiegel parallel zurückgeworfen werden, sammelt der andere in seinem Brennpunkte. Das nämliche bemerkt man in Zimmern, welche ein elliptisches Gewölbe ACB (Fig. 10.) haben. Denn E und D sind die Brennpunkten; wenn an deren einen E der Mund des redenden, an den andern D das Ohr gehalten wird: so wird die Stimme gehört, wenn schon leise gesprochen wird, weil alle Schallstralen EG, GD, EB, BD, EF, FD in D zusammen kommen.*

§. 45.

Ein zurückgeworfener nnd zum zweytenmale deutlich vernommener Schall wird ein Echo genannt.

Wenn der schallende Körper in A, das Ohr in B sich befindet, so wird erst der Schall nach der geraden Richtung AB gehört. Ist aber in CD ein Widerstand; so wird der Schall, wie er auf den Punkt E fällt, unter einem Winkel BED = AEC zurückgeschlagen; er geht also auf dem Wege EB zurücke, als wenn er aus dem Punkte H käme. Wenn die Zeit, binnen welcher der gerade und der zurückgeworfene Schall vernommen wird, lang genug ist, daß der von dem geraden Schalle in das Ohr gemachte Eindruck schon erloschen ist, bis der zurückgeworfene ankömmt; so kann auch dieser deutlich gehört werden. Ist hingegen dieser Zeitraum sehr kurz; so hört man beyde Schälle zugleich; und daraus wird begreiflich, warum

* Kircher, *phonurg.* l. 1. f. 4. — Schottus, *Mag. phonotech.* l. 3.

warum der Widerstand gehöriger maßen entfernt seyn müße, wenn ein Echo entstehen soll.

Zus. 1. Daraus wird leicht erklärt, warum bisweilen nur ein einsyllbiges, bisweilen ein zwey- dreysyllbiges Echo ꝛc. gehört werde. Denn wenn die ausgesprochenen Syllben nach und nach von dem Widerstande zurückgeworfen werden: so kann nur die letzte deutlich vernommen werden, wenn wegen der geringen Entfernung des Widerstandes alle vorhergehende schon zurückgekommen sind, ehe die letzte ausgesprochen ist. Es werden aber die zwo letzten vernommen, wenn die Entfernung des Widerstandes, von welchem der Schall zurückgepreßt wird, so groß ist, daß sie an das Ohr zurückkehren, nachdem der ganze Schall, sonus directus, schon aufgehört hat, u. s. w.

Zus. 2. Wenn demnach mehrere Gegenstände sind, welche den Schall gehörig zurückwerfen, so zwar, daß, wenn der zurückgeworfene Schall schon gehört worden ist, alsdenn der von dem andern, nach diesem der von dem dritten Gegenstande u. s. m. zurückgeworfene ankömmt: so kann das Echo mehrmal wiederholt vernommen werden. Dergleichen Widerstände können seyn Mauern, dichte Wälder, Häuser, Felsen, Höhlen, Wolken ꝛc. Daher entsteht das vielfältige Wiederschallen des Donners, des groben Geschützes, u. d. g.

Anmerk.

Anmerk. Wie groß die Entfernung des Widerstandes seyn müße, daß ein Echo erfolge, darinn sind die Meinungen verschieden. Einige haben 70, andere 90 Schuhe, andere nur 60 bemerket.*

IX. Artikel.

Harmonischer Schall.

§. 46.

Lehrs. Bey homogenen elastischen Saiten sind die Zeiten einer ganzen Schwingung im zusammengesetzten Verhältnisse der Quadratwurzeln aus dem geraden der Längen und Massen der Saiten, und aus dem verkehrten der spannenden Kräfte.

Gespannte Saiten schwingen, wie Pendel. Denn gleichwie bey Pendeln die Schwere, so verursacht bey elastischen Saiten die Schnellkraft die schwingende Bewegung; und wie bey Pendeln die Entfernung des Mittelpunkts der Schwingung von dem Suspensionspunkte für die Länge genommen wird, so gilt auch bey der schwingenden Saite AB die Linie AC oder CB (Fig. 12.) für die Länge, indem der Punkt C wech-

sel-

* De Lanis, *magist.* t. 2. l. 10. c. 1. 2. — Kircher, *phonurg.* l. 1. s. 1. 2. 4. — De Chales. *curs. math.* t. 4. pr. 45. — Schottus, *Mag. phonocampt.* l. 2. c. 2. — Euler, *sur la formation de l'echo. Mem. de l'acad. roy. des sc. de Prusse.* 1765.

selseitig auf M und N hin und her schwinget. Wenn daher die ganze Länge der Saite AB = L, die Schnellkraft = V, die Zeit der ganzen Schwingung = T ist: so ist $T^2 = \frac{\frac{1}{2}L}{V}$; (1 Th. 106. §. 4. 5. Zus.) und weil sich das ganze verhält, wie die Hälfte: so ist auch $T^2 = \frac{L}{V}$.

Ferner bey homogenen Saiten ist die Schnellkraft im geraden Verhältnisse der spannenden Kraft z. B. des angehängten Gewichtes; wie auch im umgekehrten Verhältnisse der Masse der Saite, indem bey der nämlichen Spannkraft eine dickere Saite träger, eine dünnere fertiger zur Bewegung ist. Daher wenn die spannende Kraft = P, die Masse der Saite = M ist: so ist auch $V = \frac{P}{M}$. Dieser Werth anstatt V in der vorhergehenden Formel gesetzt giebt $T^2 = \frac{LM}{P}$, und $t^2 = \frac{lm}{p}$; folglich $T : t = \frac{\sqrt{LM}}{\sqrt{P}} : \frac{\sqrt{lm}}{\sqrt{p}} = \sqrt{LMp} : \sqrt{lmP}$.

§. 47.

Lehrsatz. Die Anzahl der Schwingungen zwoer Saiten in einer gegebenen Zeit ist im zusammengesetzten Verhältnisse der Quadratwurzeln aus dem geraden der spannenden Kraft und dem umgekehrten der Länge und der Masse der Saite.

Weil die Zahl der Schwingungen zu einer gewissen Zeit desto kleiner ist, je größer die Zeit einer

jeden einzelnen Schwingung ist: daher wenn die Zahl ist N und n, so ist $N : n = t : T$; und $N = \frac{1}{T} = \frac{\sqrt{P}}{\sqrt{LM}}$. Folglich $N : n = \frac{\sqrt{P}}{\sqrt{LM}} = \frac{\sqrt{p}}{\sqrt{lm}} = \sqrt{Plm} : \sqrt{pLM}$, welches die allgemeine Formel ist, die Eigenschaften der Töne zu erklären.

Zus. 1. Bey einer homogenen vollkommen zylindrischen Saite findet man die Masse, wenn der Basis in die Länge multiplizirt wird; der Basis ist aber, wie das Quadrat des Durchmessers; daher $M = D^2L$; folglich wenn in der vorher gegebenen Formel statt M gesetzt wird D^2L, so ist $N = \frac{\sqrt{P}}{DL}$.

Zus. 2. Wenn also bey zwoen dergleichen Saiten nur die Spannung verändert wird: so ist die Anzahl der Schwingungen im geraden Verhältnisse der Quadratwurzel der spannenden Gewichte. Denn im allgemeinen ist $N = \frac{\sqrt{P}}{DL}$; und im angegebenen Falle sind D und L beständige Größen; folglich ist $N : n = \sqrt{P} : \sqrt{p}$.

Zus. 3. Wenn zwo Saiten nur in der Länge unterschieden sind: so verhalten sich die Zahlen der Schwingungen verkehrt wie die Längen. Denn $N = \frac{\sqrt{P}}{DL}$; und P und D sind beständige Größen; folglich ist $N = \frac{1}{L}$, und $N : n = l : L$.

Zus. 4. Endlich, wenn der Unterschied blos in der Dicke der Saite liegt; so sind die Zahlen der

Schwin-

Schwingungen im verkehrten Verhältnisse der Durchmesser. Denn wenn $N = \frac{\sqrt{P}}{DL}$; und P, L beständige Größen sind: so ist $N = \frac{1}{D}$ und $N : n = d : D$.

§. 48.

Lehrs. Der Unterschied der Töne hängt von der Anzahl der Schwingungen ab, welche der tönende Körper in einer gewissen Zeit macht, und zwar so, daß der Ton um so höher oder tiefer ist, je mehr oder weniger Schwingungen in einer gewissen Zeit gemacht werden.

Aus der Erfahrung ist bekannt, 1) daß der Ton desto höher sey, je kürzer die Saite ist, oder je mehr sie gespannt, oder je dünner sie ist; hingegen 2) daß bey umgekehrten Umständen der Ton desto tiefer sey; und 3) wo die gegebenen Bedingnisse sich nicht verändern, der Ton der nämliche bleibe. Aus dem vorhergehenden aber (§. 47. Zus. 2. 3. 4.) ist zu ersehen, daß im ersten Falle die Zahl der Schwingungen vermehrt werde, im andern vermindert, im dritten unverändert bleibe.

Zus. 1. Wenn also die Schwingungen zwoer Saiten gleichzeitig sind, so müßen sie gleichlautend seyn, chordae unisonae.

Zus. 2. Was immer die Zahl der Schwingungen in einer gegebenen Zeit verändert, verursacht auch im Tone eine Veränderung. Daher schallen Glocken mit Schnee, Trommeln mit weichem Tuche bedeckt tiefer.

Zus.

Zus. 3. Obgleich eine Saite stärker oder schwächer erschüttert wird, so giebt sie doch den nämlichen Ton von sich. Denn weil große und kleine Schwingungen gleichzeitig sind, (§§. 42. 43. Anmerk.) so ist auch ihre Zahl zu gleichen Zeiten gleich.

Zus. 4. Wenn die Zahl der Schwingungen einer Saite die Zahl einer andern nur um Eins übersteigt, wird schon der Ton verändert. Da nun die Länge, die Dicke, die spannende Kraft der Saite schier unendlich verändert werden kann, so ist leicht begreiflich, daß auch die Verschiedenheit der Töne unendlich seyn könne. Indessen beobachten wir nicht so leicht die Grade der Abänderungen, wenn der Unterschied der Zahlen, welche die Schwingungen in einer gewissen Zeit ausdrucken, nicht merklich ist. Saiten, welche in einerley Zeit 200, 201, 202, 203 Schwingungen machen, werden gewöhnlich für gleichtönend gehalten, obschon sie in sich verschieden sind.

Anmerk. 1. Hier ist mit Euler * anzumerken, daß, gleichwie unsere Sinne weder das außerordentlich

* Tentamen novae theoriae musicae c. 1. §. 13. Petrop. 1739. Nachgehends setzte Euler die Gränzen zwischen 20 und 4000. Eclaircissemens plus detaillés sur la generation du son. *Mem. de l'acad. roy. des sc. de Prusse.* 1765. p. 335. — Sauveur giebt 12 1/2 Schwingungen der Lufttheilchen für den tiefsten hörbaren Ton zu, 6400 für den höchsten; 100 Schwingungen in einer Sekunde für den fixen Ton. Systeme general des intervalles des sons, et son application à tous les systemes et à tous les instrumens de musique. *Mem. de l'acad. roy. des sc.* 1701. p. 297.

lich Kleine begreiffen können, also auch bey den Tönen das Mittelmaß erfodert werde. Denn alle empfindliche Töne sind in gewissen Gränzen eingeschränkt, welche, wenn sie überschritten werden, das Ohr nicht mehr reizen, entweder wegen der allzugroßen Tiefe, oder wegen der überspannten Höhe. Diese Gränzen lassen sich einigermaßen bestimmen; denn weil man gefunden hat, das der Ton A in einer Sekunde 392 Schwingungen mache; so macht der Ton C indessen 118, und der Ton $\overset{\equiv}{C}$ 1888. Wenn nun gesetzt wird, daß Töne, welche zwo Oktaven höher oder niedriger sind, kaum mehr gehört werden können; so haben wir die äußersten Gränzen durch die Zahlen 30 und 7520 ausgedruckt, welcher Zwischenraum groß genug ist, und eine große Verschiedenheit der Töne zugiebt, indem er acht Oktaven enthält.

Anmerk. 2. Obschon die Schwingungen im hohen Tone noch einmal soviel seyn können, als im tiefen; weil sie jedoch in jenem noch einmal soviel kleiner sind, als in diesem; so ist klar, warum ein hoher und ein tiefer Ton mit gleicher Geschwindigkeit fortgehen. (§. 43. Anmerk.)

§. 49.

Der Ton pflegt in den einfachen und in den zusammengesetzten eingetheilt zu werden. Der einfache ist ein jeder für sich besonders betrachteter Ton; der zusammengesetzte besteht aus mehrern einfachen zugleich lautenden Tönen.

§. 50.

Einige zusammengesetzte Töne machen dem Ohre Vergnügen und Wohlgefallen; diese heißen harmo-

nische oder consonirende Töne. Andere sind unangenehm, und erregen Misfallen; und heißen dissonirende Töne.

§. 51.

Als Pythagoras, auf die Ursache der harmonischen Töne aufmerksam, bey der Werkstatt eines Schmiedes hin und her gieng; beobachtete er, daß die Hämmer, wie dieselben auf den Ambos schlugen, drey verschiedene harmonische Töne, und eine Dissonanz verursachten. Die harmonischen Töne waren 1) die Oktave, diapason; 2) die Quinte, diapente; 3) die Quarte, diatessaron. Er gieng in die Werkstatt, und ließ die Hämmer wechseln, weil er glaubte, die Verschiedenheit der Töne käme von der verschiedenen Stärke der Schläge her. Als er aber auf diese Art keine Veränderung wahrnahm, untersuchte er die Gewichte der Hämmer, deren fünf waren; und fand, daß diejenigen, welche consonirend waren, 6, 8, 9, 12 Pfunde wogen, und der erste mit dem letzten wie 1 : 2, die Oktave; der erste mit dem dritten, wie 2 : 3, die Quinte; der erste mit dem zweyten, oder auch der dritte mit dem vierten, wie 3 : 4, die Quarte schlug; endlich der fünfte, welcher mit den übrigen nicht harmonirte, auch ein unproportionirtes Gewicht hatte. Nachdem er nach Hause zurückgekommen war, spannte er vier Saiten von einerley Länge und Dicke, aber mit verschiedenen Gewichten an, nämlich in der vorher gefundenen Ordnung; und bemerkte dabey, daß zwo Saiten gespannt wie 6 : 12 die Oktave; wie 6 : 9 die Quinte; endlich wie 9 : 12, oder wie 6 : 8 die

Quarte tönten, eben so wie die bemerkten Hämmer.

§. 52.

Von der Consonanz ist aus mehrern mit Saiten gemachten Versuchen und darüber angestellten Berechnungen folgendes bekannt. 1) Zwo harmonirende Saiten stehen so miteinander im Verhältnisse, daß der Anfang und das Ende der Schwingungen gewöhnlich übereinstimmen. Wenn z. B. in einerley Zeit, wo die Saite A einmal schwinget, die andere Saite B zwo Schwingungen macht; so fällt auf jedes Paar Schwingungen der Saite B eine Schwingung der Saite A. 2) Die Harmonie ist desto vollkommener und angenehmer, je kürzer der Zeitraum ist, nach dessen jedesmaligem Verlaufe der Anfang und das Ende der Schwingungen zusammentreffen. 3) In der Consonanz, welche die Oktave genannt wird, ist die Anzahl der Schwingungen, wie 1 : 2; in der Quinte wie 2 : 3; in der Quarte wie 3 : 4; in der großen Terze wie 4 : 5; in der kleinen Terze wie 5 : 6; in der doppelten Oktave wie 1 : 4; in der dreyfachen wie 1 : 8; in der vierfachen wie 1 : 16 u. s. w.

Zus. Weil desto vollkommener die Harmonie ist, je kürzer der besagte Zeitraum ist, oder je kleiner das Verhältniß, welches zwischen der Zahl der Schwingungen entsteht; so ist die vollkommenste Harmonie und größte Annehmlichkeit in jenem Tone, welcher die Oktave heißt.

Anmerk. Die übrigen Grade des angenehmen s. bey Euler l. c. c. 2. §. 31.*

§. 53.

* Athan. Kircheri, musurgia universalis sive ars magna

§. 53.

An übereinstimmenden Saiten bemerkt man noch folgende u. a. d. Phänomene.*

1) An einer gespannten, in den Punkten A und B befestigten, und in der Mitte C unterlegten Saite AB (Fig. 12.) geben die beyden Theile AC und CB einerley Ton, den Einklang. Denn diese Theile sind von gleicher Länge und Dicke, auch gleich stark gespannt; folglich wird die allgemeine Formel, welche den Werth N ausdruckt, auf keine Weise verändert.

2) Ein jeder von beyden Theilen AC und BC tönt mit der ganzen Saite AB die Oktave. Denn wenn der Theil AC mit der ganzen Saite AB verglichen, und die allgemeine Formel für diese mit größern, für den Theil AC mit kleinern Buchstaben ausgedruckt wird: so ist $N : n = \sqrt{P \times d\, l} : \sqrt{p \times D L}$. Da aber $D = d$, und $P = p$ ist, weil zwo gleich dicke Saiten, wenn sie auch von ungleicher Länge sind, gleiches Gewicht brauchen, um gleich stark gespannt zu werden: so

consoni et dissoni. Romae 1650. — Traité de l'harmonie par Rameau. Paris 1722. — Die Kunst des reinen Satzes in der Musik, von J. P. Kirnberger. Berl. 1771. — G. L. T. Gedanken über die Temperatur H. Kirnbergers. Berl. 1775. — Recherches sur la theorie de la musique par M. Jamard. Paris 1769. — J. W. Marpurgs, Versuch über die Musikalische Temperatur. Breslau 1776. — Krafft, *prael. phys.* p. 3. c. 6. — Falk, mundi aspect. contempl. 13. cons. 3. — Allgemeine Geschichte der Musik, von J. N. Forkel 1. B. Leipz. 1788.

* Versuche mit dem Monochorde, welches auch Sonometer genannt wird.

so ist N : n = l : L = 1 : 2. Folglich macht der Theil AC zwo Schwingungen zur Zeit, in welcher die ganze Saite nur eine macht.

3) Wenn die Unterlage auf q versetzt wird, so daß Aq = 1/2 qB; so werden die Theile Aq und Bq zusammen die Oktave machen. Die Ursache ist die nämliche, wie im vorhergehenden Falle.

4) Wenn die Unterlage an r gebracht wird, daß Ar : Br = 2 : 3; so giebt die Consonanz die Quinte. Denn auch hier ist N : n = l : L; es ist aber laut der Angabe l : L = 2 : 3.

5) Man nehme zwo Saiten S und s; an der Saite S sey die Länge = 1, der Durchmesser = 2, die spannende Kraft = 1. An der Saite s sey die Länge = 2, der Durchmesser = 1, die spannende Kraft = 4. Diese Saiten werden die Oktave tönen, so daß der Ton der ersten tiefer, der leztern höher ist. Denn hier ist N : n = $\sqrt{1}$: $\sqrt{4}$ = 1 : 2.

§. 54.

Erfahr. Wenn an eine gläserne Glocke ein stählerner Stift nahe gebracht wird, doch so, daß er die Glocke nicht berührt: so bemerkt man an dem Stifte ein Geräusch, wenn die Glocke geschlagen wird.

Zus. Die geschlagene Glocke stößt wechselweise an den Stift an, da sie bey der zitternden Bewegung ihre runde Figur in eine ovale verändert.

§. 55.

Lehrs. Die Schwingungen der Glocken sind den Schwingungen der elastischen Saiten ähnlich.

Man kann sich vorstellen, eine Glocke bestehe aus unzähligen zirkelförmigen Gürteln oder Ringen, und ein jeder Ring sey in zween gleiche Theile getheilt. Wenn nun die Glocke geschlagen wird, so schwinget ein jeder solcher Theil hin und her, wie eine Saite, nur mit dem Unterschiede, daß bey gespannten Saiten die Lage in einer geraden Linie ist, bey besagten Ringen aber einen Halbzirkel macht. Deswegen hangen auch bey den Glocken die Töne ab 1) von der Masse, 2) Von der Länge oder dem Durchmesser der Glocke, und 3) von der Wirkung der Schnellkraft.

Anmerk. Die Berechnung, die Töne der Glocke zu bestimmen, ist viel beschwerlicher, als für die Saiten. Ueberhaupt, wenn die Glocken einander ähnlich und aus der nämlichen Materie gemacht sind; so verhalten sich die Töne verkehrt, wie die Kubikwurzeln der Gewichte, so daß eine achtmal leichtere Glocke zu einerley Zeit zweymal so viel, eine sieben- und zwanzigmal leichtere dreymal soviel Schwingungen macht, wornach die Töne zu beurtheilen sind. *

§. 56.

Lehrs. Bey blasenden Instrumenten ist der schallende Körper die in der Röhre enthaltene Luft.

Bey einer Pfeiffe z. B. wird die von dem Pfeiffer oder aus der Windlade durch den Spalt eingeblasene Luft, alsobald wo sie auf den schiefen Eingang fällt, dermaßen gebrochen, daß ein Theil davon heraus-

bricht,

* S. Euler, Tentamen de sono campanarum, *comm. petrop.*. t. 10. 1764.

bricht, ein Theil aber in die Pfeiffe eingeht, und die eine Seite der Länge nach durchstreifet. Indem dieses geschieht, presset diese dünne Luftschichte die in der Röhre enthaltene Luft der Länge nach zusammen. Diese dergestalten zusammengepreßte und an die entgegengesetzte Seite angestoßene Luft dehnt sich wieder aus; wird hernach von der neuerdings eingeblasenen Luft wieder zusammengepreßt, und macht auf solche Weise mehrmal wiederholte Schwingungen, und tönet so lange, als das Blasen fortgesetzt wird.

Anmerk. 1. Bey Pfeiffen, welche keinen Mundzapfen haben, dergleichen die Zwergpfeiffen sind, vertritt der Mund die Stelle desselben, und macht, daß die eindringende dünne Luftschichte die in der Pfeiffe enthaltene Luft schier auf die nämliche Art zusammendrucke, wie in der Pfeiffe mit dem Mundstücke.

Anmerk. 2. Damit die Luft in der Röhre den Schall gehörig hervorbringe, wird erfodert 1) daß die innere Fläche glatt sey, damit die schleichende Bewegung der Luft nicht gehemmet werde. 2) Daß die Wände der Röhre hart seyn, und der eindringenden Luft nicht weichen. 3) Daß die Röhre keine Ritzen und Spalten habe.

Anmerk. 3. Man war der Meinung, daß die Pfeiffen selbst eine schnelle schwingende Bewegung annähmen, und diese der Luft mittheilten. Aber Euler, *tent. mus.* c. 1. §. 28. u. f. hat bewiesen, daß zylindrische Pfeiffen von gleicher Länge die nämlichen Töne geben, obschon sie an Weite, Dicke und in der Materie verschieden sind, welches mit jener Meinung gar nicht zusammenhängt. Auf bleyerne Röhren bey Orgeln

darf man sich gar nicht berufen, weil ohnedem bekannt ist, daß das Bley an sich nicht fähig ist, zitternde Bewegungen anzunehmen, welche zu tönen erfodert werden.

§. 57.

Lehrs. Die Anzahl der Schwingungen zu einer bestimmten Zeit verhält sich bey zylindrischen Röhren verkehrt, wie ihre Längen; und diese werden größer oder kleiner, nachdem die Löcher durch die Finger geschlossen oder geöffnet werden.

Der Körper, welcher die Schwingungen macht, und dieselben der umliegenden Luft mittheilt, ist die in der Röhre enthaltene Luft, deren Größe aus der Länge und Weite der Röhre bemessen wird. Die Kraft, welche dieselbige in die schwingende Bewegung setzt, ist die eingeblasene Luft, welche nach der innern Fläche der Röhre hinströmt. Diejenige Kraft aber, mit welcher die in der Röhre enthaltene und aus ihrer natürlichen Lage gebrachte Luft sich wieder zurück zu stellen sich bestrebet, und welche macht, daß sie ihre Schwingungen in einer gewissen Zeit vollendet, ist dem Gewichte der atmosphäre gleich, welche auf die in der Röhre enthaltene Luftsaite druckt, und dieselbige schier eben so spannt, als eine musikalische Saite von einem angehängten Gewichte gespannt wird.

Daher kann die allgemeine Formel $N^2 = \frac{P}{LM}$ (§. 47.) auch auf die in der Pfeiffe tönende Luft angewandt werden. Nämlich die Höhe der Atmosphäre

sey

sey $= A$, die Länge der Pfeiffe $= L$, der Durchmesser $= D$; so ist erstlich das Gewicht der Atmosphäre $= AD_2$; uud zweytens die Masse der in der Röhre enthaltenen Luft $= LD^2$. Wenn nun in der allgemeinen Formel statt P gesetzt wird AD_2, statt M aber LD^2, so ist für Pfeiffen u. d. gl. $N^2 = \frac{AD^2}{LD^2} = \frac{A}{L}$; folglich $N = \frac{\sqrt{A}}{L}$. Da ferner zu einer und der nämlichen Zeit die Höhe der Atmosphäre in Rücksicht auf mehrere verschiedene Röhren einerley, und hiemit $\sqrt{A}$ eine beständige Größe ist: so ist $N = \frac{1}{L}$, oder die Zahlen der Schwingungen in einer gewissen Zeit verhalten sich bey zylindrischen Instrumenten verkehrt, wie ihre Längen.

Zus. Je kürzer die Röhren sind, desto höher ist der Ton, und umgekehrt; welches mit der Erfahrung übereinstimmt, indem die Verschiedenheit der Töne der blasenden Instrumente weder von der Weite, noch von der Materie der Röhren, sondern blos von ihrer Länge abhängt.

Das Feuer.

I. Artikel.

Von der Gegenwart des Feuers und der Wärme.

§. 58.

Den Begriff von Feuer, ignis, macht sich der gemeine Mann blos alleine vom Anschauen eines entzündeten entweder glühenden oder Flamme erzeugenden Körpers, und pflegt damit drey Eigenschaften zu verbinden, 1) daß es warm mache, 2) daß es leuchte, 3) daß es die Körper auflöse; indem es bald dieselben flüßig macht, z. B. die Metalle; bald in Dämpfe verwandelt, z. B. das Wasser; bald anzündet, in Flamme bringt und verzehrt, z. B. das Holz. Laßt uns sehen, ob dieser Begriff von Feuer richtig sey? Ob uns nicht die Vernunft lehre, und überzeuge, daß auch eine Menge Feuer seyn könne, ohne Flamme, ohne Glut, ohne Licht?

§. 59.

Wenn wir im Winter aus einem kalten Orte in ein geheiztes Zimmer gehen, oder im Sommer uns an die Sonne stellen, oder zween harte aneinander geriebene Körper in die Hände nehmen: so wird eine gewisse Empfindung in uns erregt, welche wir Wärme,

calor,

calor, nennen. Der Körper selbst aber, welcher diese Empfindung in uns erregt, oder zu erregen im Stande ist, heißt ein warmer Körper. Wird die Empfindung der Wärme stärker; so nennen wir sie Hitze, ardor. Wenn diese dermaßen zunimmt, daß ein Schmerz davon entsteht, nennen wir es Brennen, uri. Hingegen wenn wir im Winter das warme Zimmer verlassen, und uns der freyen Luft aussetzen: so entsteht eine von der vorigen ganz unterschiedene Empfindung, welche die Kälte, frigus, genannt wird.

Zus. Man kann die Wärme und Kälte auf zweyerley Art betrachten; 1) wie sie in unserem Körper ist; und alsdenn heißt sie eigentlich Empfindung der Wärme und Kälte; und 2) wie sie außer uns in den warmen oder kalten Körpern ist.

§. 60.

Erfahrung. 1) Die Sonnenstralen entzünden zwar gewöhnlich die Körper nicht, sondern machen sie nur warm; wenn sie jedoch durch ein Brennglas in einen engern Raum gebracht werden: so entsteht eine so große Hitze, daß die Körper auch entzündet werden. Bringt man diese nämlichen Körper vor oder hinter den Brennpunkt: so werden sie nur warm.

2) Holz zu glühenden Kohlen in den Ofen gelegt entzündet sich, und verbrennt; der Ofen wird auch nach und nach warm, bisweilen so, daß auch z. B. ein nahe daran liegendes Tuch sich entzündet; die Wärme des Ofens theilt sich dem ganzen Zimmer mit. Man halte ein weißes Schnupftuch an den warmen Ofen, bis es sehr warm wird, aber nicht anbrenne; wenn es hernach

hernach der Länge nach ausgedehnt geschwinde und stark mit den Händen gestrichen wird: so wird man im Finstern viele Funken herausfahren sehen.

Erklär. Wo eine Wärme entsteht, da muß etwas seyn, was dieselbe verursacht. Das thun die Feuertheilchen; denn die nämlichen Sonnenstralen, welche vor oder hinter dem Brennpunkte zerstreuet nur warm machen, erscheinen im Brennpunkte als Feuer, und zünden die Körper an. Eben so die Feuertheilchen, welche im Ofen das Holz verbrennen, sind die nämlichen, welche durch den Ofen dringend denselben erwärmen, das Tuch anzünden, in dem Zimmer vertheilt der Luft und den darinn befindlichen Menschen ihre Wärme mittheilen, das Schnupftuch erhitzen, und in Gestalt der Funken an demselben sich sehen lassen.

Lehrs. Die Wärme ist eine Wirkung und Eigenschaft der Feuertheilchen, welche unter verschiedenen Umständen, bald Wärme, bald Hitze, bald Flammen erzeugen.

Zus. 1. Wo Wärme ist, da ist auch Feuer, obschon wir es nicht allzeit sehen. Daraus ist zu schließen, daß alle Körper z. B. Luft, Wasser, Gold, Steine rc. wenn sie warm sind, Feuer in sich enthalten.

Zus. 2. Folglich kann auch häufiges Feuer ohne Licht, ohne Glut und ohne Flamme seyn.

Zus. 3. Anders ist das Feuer beschaffen, 1) wie es sich unsern Sinnen offenbaret, und wir uns mittelst derselben einen Begriff davon machen; 2) anders, wie wir durch Vernunftschlüsse davon urtheilen.

Anmerk.

Anmerk. Wenn wir die Wärme und Kälte, wie wir sie empfinden, betrachten, können wir eben so wenig eine schickliche Definition davon geben, als vom Geschmacke, von der Farbe u. s. m.

§. 61.

Es giebt viele Körper, welche brennbar sind, und das Feuer unter gewissen Umständen nähren; dergleichen sind z. B. Kohlen, Holz, Pflanzen, Wachs, Oel, das Fett der Thiere u. s. m. Hingegen andere Körper z. B. Wasser, Luft, Erde haben diese Eigenschaft nicht. Es lehrt aber auch die Erfahrung, daß diese brennbaren Körper sich selbst überlassen nicht allein keine Wärme verursachen, sondern auch im Winter nicht weniger als andere Körper kalt seyn. Wenn sie aber vom Feuer entzündet werden; so brechen sie in Flamme aus, und es folget immer neues Feuer nach, bis der ganze Körper verzehrt ist, so, daß davon nichts zurückbleibt, als etwa eine Asche, welche sich nicht entzünden läßt.

Erklär. Es wird niemal etwas durch die Zertheilung oder Auflösung aus einem Körper herausgezogen; was nicht zuvor in demselben enthalten war. (Th. 1. §. 7.) Folglich waren auch die Feuertheilchen, welche bey dem Verbrennen in großer Menge aus den brennbaren Körpern ausbrechen, zuvor darinn verborgen.

Zus. Es scheint also, daß das Feuer in brennbaren Körpern verborgen liege, ohne daß es sich durch Wärme oder andere Wirkungen äußere. So lange nämlich die Feuertheilchen unter sich oder mit andern hetero-

heterogenen Körpertheilen so fest zusammenhangen, daß sie nicht davon befreyet werden, und aus dem Körper ausgehen können, bleiben sie ohne Wirkung z. B. ohne Wärme. So bald sie aber entweder durch angelegtes Feuer oder sonst auf eine Weise von ihrem Anhange losgemacht werden; bringen sie nicht weniger ihre Wirkungen hervor, als befreyte Lufttheilchen, (§. 30.) oder scharfe und saure Geister, welche z. B. aus dem Salmiak, Salpeter, Bier ꝛc. aufgelöst und geschieden worden sind. (Th. 1. §. 243.)

§. 62.

Aus dem vorhergehenden folgt, daß das Feuer in einem zweyfachen Zustande betrachtet werden müße; 1) wie es frey, ungebunden, und wirksam ist; 2) wie es in andern Körpern versteckt liegt, und vor der Auflösung gebunden und unwirksam ist.

Erklär. Dieses in vielen Körpern gegenwärtige brennbare Wesen, oder vielmehr und eigentlich die Feuertheilchen, welche in den brennbaren Körpern versteckt liegen, und sowohl unter sich als mit den Bestandtheilchen der Körper so fest zusammenhangen, daß sie so lange unwirksam bleiben, bis sie davon befreyet werden, wird insgemein das Brennbare, phlogiston, genannt. *

Anmerk.

* So wird es von Stahl und seinen Anhängern genannt. — In den neuern Zeiten, besonders nach Crawford, ist Phlogiston ein dem Feuer entgegengesetztes Wesen; und zwar, jemehr Phlogiston ein Körper enthält, desto weniger Feuer soll er enthalten. — Nach Kirwans

Anmerk. Wie das Phlogiston in den Körpern entstehe, und wie es wieder davon losgemacht werde, soll an seinem Orte gezeigt werden. Nun von dem freyen, ungebundenen Feuer.

II. Artikel.

Unterschiedliche Eigenschaften des Feuers.

§. 63.

Erfahr. Wenn Feuer an einen Körper gebracht wird: so wird sich die Wärme nicht nur auf die Oberfläche desselben ergießen, sondern auch in die innern Theile eindringen.

Lehrs. 1. Das Feuer durchdringt alle Körper. Die Wärme ist ein untrügliches Zeichen des gegenwärtigen Feuers. (§. 60.) Man weiß aus der Erfahrung, daß diese allen Körpern durchaus könne mitgetheilt werden.

Lehrs.

Kirwans Meinung ist Phlogiston die von allen fremden Stoffen gereinigte brennbare Luft. Andere verstehen unter phlogistischen Körpern solche, welche in ihrer Grundmischung aus Erde, Oele und etwas Salze bestehen. — Lavoisier meint, es sey gar nicht nöthig, beym Verbrennen Phlogiston anzunehmen. s. Lichtenbergs Anmerkungen über §. 94. Erxleb. Naturl. — A. Marchand über Phlogiston, elektrische Materie ꝛc. Mannheim 1787.

Lehrs. 2. Die Feuertheilchen sind von ungemeiner Feinheit.

Anmerk. 1. Die Poren vieler Körper sind so klein, daß sie auch mit den besten Mikroskopen nicht können gesehen werden. Die Feuertheilchen müßen also noch kleiner seyn, weil sie in dieselbigen eingehen. Es ist daher kein Wunder, daß die einzelnen Feuerheilchen mit den Vergrößerungsgläsern nicht können gesehen werden; und sie können gegenwärtig seyn, und warm machen, ungeachtet sie nicht gesehen werden. (§. 60. Zus. 1.)

Anmerk. 2. Da alle Menstruen, auch die feinsten Geister, die Luft selbst in gläsernen Gefäßen eingeschlossen werden können, durch welche jedoch das Feuer ungehindert durchgeht; so folgt, daß dieses aus weit feinern Theilen bestehe.*

§. 64.

Erfahr. Durch eine jede Flamme, durch den Brennpunkt der Brennspiegel, kann die Hand oder ein anderer Körper bewegt werden, ohne daß man einen besondern Widerstand bemerke.

Lehrs.

* Die Feuertheilchen mögen gleichwohl die feinsten seyn; daß aber eine Flüßigkeit in einen Körper eindringe, die andere nicht, daraus folget nicht, daß jene feiner sey, als diese. Eben so wenig kann auf die größere oder geringere Feinheit der Poren eines festen Körpers unmittelbar geschlossen werden, daß ein und das nämliche Menstruum einen Körper auflöst, den andern nicht. Dieses kann aus unzählichen Beyspielen erwiesen werden. (s. 1. Th. §. 241. Zus. 1. Anmerk.) Das Eindringen der Flüßigkeiten in andere Körper läßt sich nach der Theorie kleiner Keile, angewandt auf den Hebel, wohl erklären.

Lehrs. Die Feuertheilchen, auch wo sie in dem Brennpunkte zusammengedrungen sind, hangen leicht unter sich zusammen.

§. 65.

Lehrsatz. Das Feuer ist ein überaus flüßiger und elastischer Körper.

Das erste folgt aus der Feinheit und dem leichten Zusammenhange der Feuertheilchen, und aus dem Drucke derselben auf alle Seiten, indem sie jeden Körper allenthalben durchdringen. (§§. 63. 64.)

Das andere wird begreiflich, wenn man betrachtet, daß wenig brennbare Materie in einigen Sekunden an einer brennenden Wachskerze aufgelöst und verzehrt werde; wie groß hingegen die daraus erzeugte Flamme und die Anzahl der Feuertheilchen sey, welche in dieser Zeit davon fliegen. Es folgt daraus, daß viel gebundenes Feuer einen kleinen, aufgelöstes aber einen großen Raum einnehme. Nebst dem ist bekannt, daß es sich, wo es einen Widerstand findet, z. B. von Brennspiegeln reflektiren, und in dem Brennpunkte derselben sehr zusammendringen lasse, etc.*

§. 66.

* Begriff von der absoluten und spezifischen Elastizität des Feuers. — Die Schnellkraft des Feuers zeigt sich besonders, wenn Körper in Dämpfe aufgelöst werden; z. B. der Aeolusball und andere Dampfmaschinen. s. Belidor, archit. hydr. t. 2. — Philos. transact. 1694. — Desaguliers, experim. philos. t. 2. p. 465. — Verbesserung der Dampfmaschine durch James Watt. Gött. Magaz. 3. Jahrg.

§. 66.

Lehrs. Das Feuer ist ein sehr leichter Körper.

Die Feuertheilchen, welche von dem brennenden Körper davon fliegen, und die Flammen selbst gehen durch die Luft beständig in die Höhe; und sind folglich spezifisch leichter, als die Luft. Daher kömmt es 1) daß es in dem obern Theile eines eingeheizten Zimmers wärmer ist, als in dem untern; 2) Daß das noch kalte Ende einer Eisenstange, welche am andern Ende glühend ist, ehender heiß wird, wenn man es aufrecht hält.

§. 67.

Erfahr. Wenn in warme metallene, erdene, gläserne Gefäße Sand, Feilspäne, Wasser, Weingeist, Oel ꝛc. welche nicht so warm sind, gethan werden; so werden auch diese Körper nach und nach warm; oder kalte Gefäße werden von warmem Wasser u. d. gl. welches hineingegossen wird, warm. Die Luft in einem Zimmer wird von dem eingeheizten Ofen erwärmt, und Eis schmilzt darinn. Glühendes Eisen erkaltet nach und nach an der Luft ꝛc.

Lehrs. Das Feuer geht aus einem wärmern Körper in einen benachbarten kältern über. Denn 1) indem der wärmere Körper den kältern berührt, so berühren viele Feuertheilchen, mit welchen die Oberfläche des warmen Körpers überzogen ist, die äußern Theile des kalten Körpers, und hangen diesen stärker an, als den übrigen Feuertheilchen, welche unter der Oberfläche des warmen Körpers liegen. (Th. 1. §. 228.)

2) Die

2) Die kleinern Zwischenräumchen der Körper sind großen Theils ganz leer, und größer, als die Feuertheilchen; (§. 63.) es ist also nichts in denselben, was diesen beym Eindringen widerstehen könne. Deswegen verbreitet sich das Feuer nicht nur über die Oberfläche der Körper, sondern dringt auch in dieselbigen ein. *

Zus. Wieviel Feuertheilchen der kältere Körper empfängt, so viel verliert der wärmere, nicht anders, als wie ein nasses um einen trocknen Körper gewickeltes Tuch, welches soviel Feuchtigkeit verliert, als der trockne Körper einsaugt. Deswegen wird auch die Wärme in dem einen Körper um so mehr vermindert, je mehr Feuertheilchen in den andern übergehen; hingegen wird dieser um so wärmer.

§. 68.

Erfahr. 1. Wenn eine gläserne unten mit einer Kugel versehene Röhre mit einer flüßigen Materie auf eine gewisse Höhe angefüllt, und die Kugel erwärmt wird: so steigt die flüßige Materie höher, da indessen die Kugel angefüllt bleibt. Sobald als die Kugel wieder kälter wird, fällt die flüßige Materie, und zwar um so tiefer, je mehr die Kälte zunimmt.

Anmerk.

* Daß dieses geschehe ist wohl wahr; aber warum es so geschehe, scheint nicht hinlänglich erklärt zu seyn. Wenn es blos auf die Zwischenräumchen ankäme: so müßten die Feuertheilchen geschwinder und häufiger in lockere, als in dichte Körper eingehen. Vergleiche damit den Lehrsatz unten §. 92.

Anmerk. Wenn die Röhre an eine in gleiche Grade eingetheilte Tafel befestigt wird: so kann man beobachten, in welchem Maße die flüßige Materie bey vermehrter oder verminderter Wärme und Kälte steige, und falle. Solches Werkzeug nennt man **Wärmemesser**, thermometrum.

Erfahr. 2. Man nehme einen metallenen Ring, dessen Durchmesser vollkommen gleich sey dem Durchmesser einer metallenen oder steinernen Kugel. Wenn diese Kugel sehr erwärmt wird, kann sie nicht durch den Ring gebracht werden; wird sie aber wieder kalt: so fällt sie durch. Wenn man einen metallenen Drat glühend macht, oder in die Sonnenhitze einige Stunden legt: so findet man, daß er länger geworden sey, als er zuvor war. Das nämliche zeigen an den Metallen die bekannten **Feuermesser**, pyrometra.* Gleiche Wirkungen beobachtet man an jeden andern Körpern, wenn sie erwärmt werden.

Lehrs. Alle Körper, sowohl flüßige als feste, werden durch das Feuer ausgedehnt.

Anmerk. Weil die Körper durch die Wärme ausgedehnt, durch die Kälte aber verdichtet werden; so ist

* Mussichenbroek, *tent. acad. del cimento*, p. 2. pag. 12. — J. E. Zeiher, thermometri metallici descriptio, *comm. petrop. nov.* t. 9. p. 305. — J. D. Titius, thermometri metallici ab inventione comitis Loeseri descriptio. Lips. 1765. — An essay on pyrometry and areometry and on physical mensures in general, by J. A. de Luc. Lond. 1779. — Ein neues Pyrometer von Smeaton, *philos. trans.* vol. 48. p. 397.

ist nothwendig, daß alle sowohl feste als flüßige Körper einen gleichen Grad der Wärme besitzen, wenn ihre spezifischen Schweren bestimmt, und miteinander verglichen werden sollen. Folgende Tabelle ist ein Auszug aus Musschenbroeks institut. phys. §. 888.

Ein pariser Kubikzoll.	Spezifische Schwere. im Sommer. Unz.	Dr.	Gr.	im Winter. Unz.	Dr.	Gr.
Queckſilber —	7	1	66	7	2	14
Vitriolöl. —	0	7	59	0	7	71
Vitriolgeist. —	0	5	33	0	5	38
Salpetergeist. —	0	6	24	0	6	44
Salzgeist. —	0	5	49	0	5	55
Scheidewasser. —	0	5	23	0	5	35
Essig. —	0	5	15	0	5	21
Destill. Essig. —	0	5	11	0	5	15
Weingeist. —	0	4	32	0	4	42
Kuhmilch. —	0	5	20	0	5	25
Flußwasser. —	0	5	10	0	5	13
Brunnenwasser —	0	5	11	0	5	14
Destill. Wasser —	0	5	8	0	5	11*

§. 69.

* Musschenbroek hat die Tabelle von Eisenschmidt, de ponderibus et mensuris veterum, entlehnt. — Anwendung auf die Pendeluhren und andere, welche im Sommer langsamer gehen, als im Winter; ferner auf geometrische Instrumente u. a. m. — Experiences faites à Quito et dans divers autres endroits de la zone torride, sur la dilatation et la contraction, que souffrent les metaux par le chaud et le froid, par M. Bouguer: *Mem. de Paris* 1745. p. 230.

§. 69.

Die Ursache des vorhergehenden Lehrsatzes, woher nämlich das Feuer so große Kraft, die Körper auszudehnen, erhalte, wird aus folgendem begreiflich.

Indem das Feuer in die Körper eindringt, trennt es ihre Theile voneinander, so wie (1. Th. §. 232.) von dem Wasser, welches das Holz ausdehnt, gesagt worden ist. Weil die Kräfte insgemein nach der Masse mit der Geschwindigkeit multiplizirt geschätzt werden; das Feuer aber ein sehr leichter Körper ist: so möchte es zwar scheinen, als wenn seine Ausdehnungskraft nicht gar stark wäre. Aber

1) ist gewiß, daß die Kraft einer flüßigen Materie, da sie in einen Körper eindringt, desto größer sey, je größer die Anzahl der Poren ist, auf welche sie wirket. Das Feuer kann wegen seiner größern Feinheit in die kleinsten Zwischenräume der Körper, und zwar in solche eindringen, wohin andere gröbere Flüßigkeiten zu gelangen nicht vermögend sind. Schon in diesem Betracht erscheint die Ausdehnungskraft des Feuers ziemlich groß.

2) Da die Geschwindigkeit, hiemit auch die Kraft einer flüßigen Materie, welche einen andern Körper ausdehnt, und auflöst, desto größer ist, je kleiner und enger die Poren und Haarröhrchen des aufzulösenden Körpers sind; (Th. 1. §§. 221. 232.) das Feuer aber wegen seiner Feinheit in die kleinsten Poren einzubrechen im Stande ist: so folgt, daß es vor andern Flüßigkeiten fähig sey, andere Körper auszudehnen und aufzulösen.

3) Je

3) Je geringer der Zusammenhang flüßiger Theile unter sich ist, oder je flüßiger eine Materie ist, desto geschwinder und mit desto größerer Kraft dringt sie in einen andern Körper ein. (Th. 1. §. 233.) Das Feuer aber ist unter andern Körpern von einer außerordentlichen Flüßigkeit.

Zus. Die Körper werden weicher, wenn mehrere Theilchen von einander getrennt werden; denn der Zusammenhang ist stärker oder geringer, wenn die Zahl der Berührungspunkte größer oder kleiner ist. (Th. 1. §. 176.) Dieses geschieht aber, wenn unter übrigen gleichen Umständen mehrere oder wenigere Feuertheilchen in einen Körper eindringen. Daraus ersieht man, warum Butter u. d. gl. im Sommer weicher ist, als im Winter; warum harzichte und gummichte Körper sich besser in der Wärme, als in der Kälte, zu gewissem Gebrauche zubereiten lassen; warum Eisenschmiede und andere, welche die Metalle bearbeiten, ferner Chemiker, u. s. m. das Feuer nöthig haben.

Anmerk. Es giebt zwar Körper, welche bey dem Feuer zusammengezogen werden, z. B. Hölzer, Knochen, Leimen &c. aber daraus ist nicht zu folgern, daß das Feuer jemal seiner Ausdehnungskraft beraubt sey. Denn bey dergleichen Erscheinungen werden die Feuchtigkeiten in den Körpern durch die Wärme verdünnet, und dünsten aus denselbigen aus; wornach die festen Theile näher zusammen treten.

§. 70.

Erfahr. Wenn kalte Körper, vorzüglich Metalle, am Feuer warm werden, dehnen sie sich anfangs

 lang=

langsam aus, hernach geschwinder, am Ende wieder langsamer, je näher sie zur größten Ausdehnung gelangen, welche sie von einem und demselben Grade der Wärme erhalten können.

Die Ursache des ersten, daß die Körper anfangs langsam ausgedehnt werden, ist, weil das Feuer, da es in dieselben eingeht, den starken Zusammenhang der Theile und den davon abhangenden Widerstand überwinden muß. Wenn hernach der Körper wärmer wird, muß er sich geschwinder ausdehnen, weil der Zusammenhang und Widerstand der Theile schon etwas geschwächt ist; das Feuer indessen immer in größerer Menge eindringt. Am Ende aber, wo der Körper schon sehr ausgedehnt, und weich worden ist, hängt sich nur soviel von Feuertheilchen an, als die Bestandtheile des Körpers fassen können. In diesem Zustande hangen von den meisten Feuertheilchen, welche neuerdings in den beynahe schon gesättigten Körper eingehen, nur wenige an denselben an; und hiemit geht es mit der Ausdehnung wieder langsamer.

§. 71.

Die Erfahrung lehrt, daß durch die Wärme die Auflösungen befördert werden.

Die Ursache hievon ist leicht zu ermessen; denn 1) auf Seite des aufzulösenden Körpers, wird derselbe durch das Feuer ausgedehnt, und weich; daher findet das Menstruum beym Eingehen weniger Widerstand, indem die Poren von der Wärme erweitert werden. 2) Auf Seite des Menstruums, weil dessen Klebrigkeit und Zusammenhang durch die Wärme

ver=

vermindert wird; seine Theile hingegen feiner und flüßiger werden, daß sie leichter in die Zwischenräume eindringen können. 3) Die Schnellkraft der Luft, welche mit allen Körpern vermischt ist, wird durch die Wärme vermehrt; und folglich auch dadurch die Auflösung erleichtert. (1. Th. 234. §.)

Zus. Daraus ist zu ersehen, warum Holz, Horn, Knochen u. a. m. an dem Helme eines Destillirkolben angehängt von den Wasserdämpfen leichter erweicht werden, als in siedendem Wasser gekocht.* Denn wenn z. B. Holz in Wasser gekocht wird: so wird das Wasser von den aufgelösten schleimichten harzichten u. d. gl. Holztheilchen dicker und klebrichter; hiemit unkräftiger zum Auflösen. Wenn aber von den aus dem siedenden Wasser aufsteigenden Dämpfen das Holz erweicht wird: so hängen sich immer neue, reine, mit fremdartigen Materien unvermischte Wassertheilchen an das Holz an, und dringen mit größerer Gewalt durch die Haarröhrchen ein. Ferner, da die Dämpfe in die Haarröhrchen eingehen, reinigen sie dieselben von der schleimichten und klebrichten Holzmaterie, wie die während der Destillation heraustraufelnden Säfte zeigen. Daher können die neuerdings aufstei-

gen-

* Daß die Elasticität der Dämpfe die Hauptursache dieser Erscheinung sey, ist aus dem papinischen Topfe erweislich. La maniere d'amolir les os, ou de faire cuire toutes sortes de viandes en fort peu de tems, par M. Papin. Amsterd. 1681. — J. H. Ziegler, specimen de digestore Papini, ejus structura et usu. Basil. 1768.

genden und nach einander folgenden Wasserdämpfe desto leichter eindringen. Wird hingegen das Holz in siedendem Wasser gekocht; so wird der Ausgang der Säfte verhindert, weil das Holz von dem bald mehr bald weniger schon gesättigten Wasser allenthalben umgeben ist.

Zus. 2. Da die Gährung und Fäulung der Körper nicht ohne Auflösung geschieht; deswegen trägt auch die Wärme sehr viel dazu bey. Viele Säfte, ansteckende Krankheitsmaterien, z. B. das Pockengift, gehen bey übrigen gleichen Umständen um so mehr in Fäulung, je wärmer sie werden. Daraus ergiebt sich ferner, warum dergleichen Materien in lebendigen Körpern mehr faulen, und ansteckender seyn können, als in todten; warum es denen, welche an den Pocken oder andern faulen Fiebern krank liegen, äußerst schädlich sey, wenn sie gar zu warm gehalten werden; warum in wärmern Ländern aus den Schindgruben, faulen Teichen, Sümpfen u. d. gl. faule und ansteckende Dünste aufsteigen.*

§. 72.

Erfahr. Wasser, Oele, Wein, Weingeist, und andere flüßige Materien, wenn sie gefroren sind; ferner hartes Wachs, Harze, Schwefel, Butter, Glas, alle Metalle werden durch das Feuer so aufgelöst, daß sie ganz flüßig werden, nur mit dem Unterschiede, daß ein Körper vor dem andern einen größern oder klei-

* S. C. L. Hoffmann, Abhandlung von den Pocken 1. Th. 29. Abschn.

kleinern Grad der Wärme zu solcher Auflösung erfodert.

Erklär. Diese Art Auflösung durch das Feuer wird das Schmelzen genannt, fusio.

Das Schmelzen eines Körpers geschieht auf folgende Weise. Indem die Feuertheilchen in die Poren des Körpers eindringen, dehnen sie denselben aus, und machen ihn weicher. (§. 69.) Wenn die Hitze zunimmt, werden die Theile voneinander getrennt; und nun sind diese mehrentheils mit Feuertheilchen umgeben, welche wie sie selbst unter sich wenig zusammenhangen, und äußerst flüßig sind, (§. 65.) auch verursachen, daß jene nicht zusammenhangen.

Zus. 1. Nach dieser Erklärung scheinen die Körper im Feuer schier auf die Weise zu schmelzen, wie ein anderer von seinem Menstruum aufgelöst wird, jedoch mit diesem Unterschiede, daß bey der Auflösung die aufgelösten Theile des festen Körpers in dem Menstruum schwimmen, und von demselben getragen werden; da hingegen der im Feuer geschmolzene Körper, Metall z. B. in seiner Lage so beschaffen ist, daß die obern Theile von den untern unterstützt und gehalten werden.

Anmerk. 1. Fette Körper schmelzen zwar im heißen Wasser; dieses ist aber keine eigentliche Auflösung durch das Wasser, weil dieses sich an jene nicht anhängt, und also auch nicht auflöst. Das Schmelzen ist eine Wirkung des Feuers, welches aus dem heißen Wasser in die fetten Körper übergeht.

Anmerk. 2. Weil der Zusammenhang der geschmolzenen Körper noch größer ist, als der Kraft

des

des Feuers, welches die kleinsten Körpertheilchen umgiebt, und sehr flüßig ist, zukömmt: so kann man nicht sagen, daß der ganze Zusammenhang in einem geschmolzenen Körper unterbrochen sey.

Zus. 2. Wie lange also eine gewisse Menge Feuer, welche zum Schmelzen erfodert wird, in einem Körper befindlich ist; so lange bleibt auch derselbige flüßig, so zwar, daß alle Körper, welche den flüßigen beygezählt werden, z. B. Wasser, Oel, Wein ꝛc. der Gegenwart des in einem hinlänglichen Grade wirksamen Feuers ihre Flüßigkeit zu danken haben; weil sie bey Abgange desselben alsobald gestehen, und gefrieren.

Anmerk. 3. Es giebt zwar flüßige Körper, welche nebst dem, daß sie die Kraft haben, andere Körper aufzulösen, auch andere, mit welchen sie sich vermischen, fester machen; welches theils von dem Anhange flüßiger Theile an die festen, theils von dem Zusammenhange der flüßigen unter sich selbsten und von ihre Klebrigkeit oder Zähigkeit entsteht. Weil aber die Feuertheilchen an sich gar nicht klebricht oder zäh sind; (§. 64.) so können sie auch für sich andern Körpern, in welche sie eingehen, obschon sie sich an dieselben anhängen, dennoch keinen größern Zusammenhang verschaffen. Das Gegentheil sollte sich zwar vermuthen lassen beym Glasmachen und beym Brennen porzellanener und erdener Geschirre; aber wenn man beflissentlich beobachtet, wie diese Sachen verfertiget werden: so ist leicht ersichtlich, daß das Feuer für sich keine bindende oder erhärtende Kraft besitze.

Glas

Glas wird aus Steinsande mit feuerbeständigem alkalischem Salze vermischt zubereitet. Diese Mischung wird in einem Schmelztiegel in das Feuer gesetzt; durch die starke anhaltende Hitze schmilzt das Alkali, und befördert zugleich den Sand zum Schmelzen. Diese aufgelöste, flüßige, aber zähe Masse verwandelt sich alsobald in ein festes und hartes Glas, wenn sie erkaltet, das ist, wenn die Feuertheilchen davon gehen. Hieraus erhellt, daß das Glas von dem Feuer seine Härte nicht erhalte.

Porzellanene, erdene Gefäße, gebackene Steine zu machen, wird die Erde mit Wasser benetzt, und dadurch geschmeidiger gemacht. Die daraus verfertigten Gefäße werden einige Zeit zum Austrocknen hingestellt. Je mehr sie aber trocknen, desto stärker wird ihr Zusammenhang. Die Ursache läßt sich aus dem folgenden erklären. Aus einem engern Haarröhrchen AP kann man das darinn hangende Wasser nicht so leicht herausblasen, (Fig. 13.) als aus einem weitern Röhrchen DQ. Wenn das Blasen mit dem Munde auf das Wasser ABC, oder auf DEF gerichtet wird: so ist die Wirkung auf die Art eines Hebels AB in einem, und DE in dem andern; auch wie BC und EF. Nun ist aber der Hebel DE größer, als der Hebel AB; folglich ist es auch leichter, das Wasser aus der weitern Röhre herauszutreiben, als aus der engern. Je mehr Wasser durch die Ausdampfung davon geht, desto näher gehen die Erdtheilchen, woraus die Gefäße gemacht sind, zusammen, und die Poren und Haarröhrchen werden enger. Die in freyer Luft getrockueten Gefäße werden hernach noch im

Feuer

Feuer gebrannt. Dadurch geschieht, 1) Daß die noch übrige wässerichte Feuchtigkeit aus der Erde getrieben, und somit der Zusammenhang, wie vorher schon gesagt worden ist, vermehrt werde; 2) daß einige in der Erde befindliche Theilchen schmelzen, und mit den andern vermischt zu einem stärkern Zusammenhange beytragen. *

§. 73.

Erfahr. Es giebt Körper, welche für sich in dem gemeinen Feuer schwerflüßig sind; aber durch einen Zusatz einer andern Materie leicht schmelzen. Das Beyspiel haben wir an dem Eisen und andern Mineralien, welche durch Zusetzung des Schwefels oder eines andern Körpers leichter in Fluß gebracht werden.

Die Ursache hievon ist, weil Schwefel und einige andere Körper bey mittelmäßiger Hitze schon flüßig werden, und dadurch in Rücksicht auf schmelzende Körper, welchen sie beygesetzt werden, wie ein Menstruum zu betrachten sind. In diesem Falle schmelzen diese Körper, und werden flüßig durch die Kraft des Feuers sowohl, als des auflösenden Menstruums. **

Anmerk. Von den Erleichterungsmitteln und deren Gebrauche beym Schmelzwesen wird umständlicher in der Chemie gehandelt.

§. 74.

* Anwendung auf das Backen, Braten, Dörren, Sieden u. s. w. wo weiche Körper hart werden.

** Das schnelle Löthen der Metalle mit Metallen mittelst Borax, Salmiak, Colophonium. 2c.

§. 74.

Erfahr. Einige Körper, wenn sie entzündet werden, gehen zwar in keine Flamme über; leuchten aber, und geben eine große Hitze von sich. Diese nennt man glühende Körper, corpora candentia. Man beobachtet auch, daß einige Körper, z. B. Metalle, vor dem Schmelzen, andere nach demselben glühen. Die weichern Metalle z. B. Zinn und Bley schmelzen ehender, als sie glühen. Hingegen die festern, z. B. Kupfer, Silber, Eisen glühen ehender, als sie schmelzen, doch so, daß sie durch das Glühen weicher und dehnbarer werden. Gold, welches zwischen den harten und weichen Metallen in der Mitte ist, schmilzt sobald es anfängt roth zu werden.

Das Glühen der Körper ist nichts anders, als eine Anhäufung der Feuertheilchen in den Poren und auf der Oberfläche derselben. Daß aber weichere Metalle geschwinder schmelzen, als glühen, kömmt daher, weil eine geringere Menge Feuertheilchen im Stande ist, ihren Zusammenhang zu trennen, nicht aber glühend zu machen. Hingegen bey festern Metallen wird eine stärkere Hitze erfodert den Zusammenhang der Theile zu überwinden.

§. 75.

Erfahr. Flüßige, auch feste geschmolzene Körper werden durch einen gewissen Grad der Hitze zum Sieden gebracht.

Das Sieden, ebullitio, entsteht von der starken Bewegung des Feuers, welches mit den flüßigen Theilen

Theilen vermischt dieselben in Gestalt der Blasen oder Wellen in die Höhe hebt, in Dämpfe verwandelt, und mit diesen flüchtig wird. *

III. Artikel.

Wie wir mittelst der Sinne von der Wärme und Kälte der Körper urtheilen können.

§. 76.

Physiologisches Postulatum. 1) Alle und jede Empfindung im menschlichen Körper geschieht mittelst der Nerven.

Zus. 1. Weil die Wärme von den Feuertheilchen verursacht wird, (§. 60.) so entsteht auch die Empfindung der Wärme in uns von der Wirkung der Feuertheilchen auf unsere Nerven.

Zus. 2. Weil die Kälte, die absolute oder die relative, in der Abwesenheit oder in der größern und kleinern Menge des gegenwärtigen wirksamen Feuers besteht, wie unten wird gezeigt werden: so folgt, daß auch die Empfindung der Kälte in uns entstehe, wenn unsere Nerven kein oder verhältnißmäßig wenig Feuer haben.

§. 77.

* Nollet, recherches sur les causes du bouillonnement des liquides. *Mem. de l'acad. roy. des sc.* 1748. — Erxleben Naturl. §. 435.

§. 77.

Physiolog. Postulatum 2. Eine Empfindung zu erregen, ist nicht eine jede Wirkung auf unsere Nerven hinlänglich; sondern die Kraft muß gehöriger Maßen weder zu schwach weder zu stark seyn.

Zus. 1. Daraus erhellet, warum wir die kleinsten Grade der vermehrten oder verminderten Wärme und Kälte nicht empfinden.

Zus. 2. Wenn aber bey gleichen Umständen der Grad der Wärme oder Kälte merklich verschieden ist, so verursacht auch die davon abhangende Wirkung in uns eine verschiedene Empfindung.

Lehrs. Folglich können wir mittelst der Sinne von einem kleinen Grade der vermehrten oder verminderten Wärme und Kälte nicht urtheilen.

§. 78.

Physiolog. Postulatum 3. Die Empfindung in einem Gliede hört also bald auf, wenn die Nerven, welche sich dahin erstrecken, stark gebunden, abgeschnitten, oder sonst auf eine gewaltsame Art zerstört werden, daß die Gemeinschaft derselben mit dem Gehirne unterbrochen wird.

Zus. 1. Es ist also kein Wunder, daß wir eine garzu heftige Hitze, welche unsere Nerven zerstört, eben so wenig empfinden, als eine strenge Kälte, wodurch die Säfte unsers Körpers gefrieren, und die Nerven gewaltsam zusammengezogen werden.

Zus. 2. Daher kömmt es, 1) daß, wenn ein Glied durch ein ganz glühendes Eisen gebrannt wird, der Schmerz nicht so groß ist, als wenn das Eisen

weniger glühet; denn in dem ersten Falle werden die Nerven auf einmal gänzlich zerstört. 2) Wenn einer von einer starken Kälte ergriffen wird, verliert er gewöhnlich alle Empfindung, ehe er davon getödtet wird.

Zus. 3. Weil viele Körper, z. B. Oel, Quecksilber, Metalle rc. einen solchen Grad der Hitze erhalten können, durch welchen, obschon er nicht der größte ist, dessen sie fähig sind, unsere Nerven zerstört werden: so folgt, daß wir eine so starke Hitze nicht empfinden können. Weil auch unsere Säfte leichter gefrieren, als das Wasser; so folgt ferner, daß noch kein Mensch eine größere Kälte empfunden habe, als die Kälte des gefrierenden Wassers.

Lehrs. Folglich können wir auch mittelst der Sinne von einem sehr großen Grade der Wärme und Kälte nicht urtheilen.

§. 79.

Erfahr. 1) Wenn wir im Winter aus der kalten Luft in ein mittelmäßig warmes Zimmer gehen: so scheint uns die Wärme darinn größer zu seyn, als sie wirklich ist, und uns alsdenn vorkömmt, nachdem wir uns eine Zeitlang im Zimmer aufgehalten haben, obschon zu diesen verschiedenen Zeiten der nämliche Wärmegrad ist.

2) Gehen wir hingegen aus einem warmen Zimmer in die kalte Luft; so klagen wir anfänglich über größere Kälte, als eine Zeit hernach, obgleich die Kälte die nämliche ist, die zuvor war.

3) Wenn

3) Wenn man eine etwas warme metallene Kugel in die linke Hand nimmt, welche zuvor in warmem Wasser stack; so sagt man, die Kugel sey kalt; berühret man die nämliche Kugel mit der rechten Hand, welche man zuvor in eiskaltes Wasser gehalten hat: so sagt man, sie sey warm.

Zus. 1. So scheint uns ein und der nämliche Körper in einerley Zeit warm und kalt; oder wir meinen, Wärme und Kälte sey jetzt größer, jetzt geringer, obschon der Grad derselben der nämliche ist.

Lehrs. Wir können also mittelst der Sinne von einem gewissen und bestimmten Grade der Wärme und Kälte, welchen ein Körper hat, nicht allzeit urtheilen.

Zus. 2. Um so weniger können unsere Sinne die Grade der Wärme und Kälte an verschiedenen Körpern allzeit richtig bemessen.

§. 80.

Obschon unsere Sinne in Bemessung der Grade der Wärme und Kälte oft betrogen werden; so können wir doch zuweilen mittelst derselben bestimmt urtheilen, wenn nur folgende Umstände obwalten.

1) Wenn Wärme und Kälte nicht gar zu heftig sind. (§. 78.)

2) Wenn die Grade der Wärme und Kälte merklich voneinander unterschieden sind. (§. 77.)

3) Wenn die Wärme und Kälte an Körpern von der nämlichen Art untersucht, und die nämlichen Umstände bleiben; z. B. wenn die Beschaffenheit des Wassers, welches wirklich in Eis übergehen will, mit

H 2 einem

einem Finger; und zugleich das Wasser, welches schon eine zeitlang in einem warmen Zimmer gestanden ist, mit dem andern; und mit dem dritten Finger das Wasser geprüft wird, welches am Feuer warm gemacht worden ist: so wird uns unser Sinn nicht betrügen, da wir das erste Wasser kalt, das andere warm, das dritte wärmer empfinden.

Weil indessen oft viel daran gelegen ist, daß der Unterschied der Wärme und Kälte im Großen sowohl, als im Kleinen, bey Körpern von einerley und von verschiedener Art untersucht und bestimmt werde: so haben die Naturforscher Werkzeuge erdacht, durch welche wir sicherer, als mittelst unseres Gefühls, von den Graden der Wärme und Kälte urtheilen können.

IV. Artikel.

Von den Thermometern.

§. 81.

Nach der Verschiedenheit der flüßigen Materie, mit welcher eine gläserne Röhre (§. 63.) bis auf eine gewisse Höhe gefüllt wird, hat man auch unterschiedliche Thermometer. Gegen die Mitte des vorigen Jahrhunderts hat die Florentiner Akademie * den Weingeist dazu gebraucht. Weil aber 1) der Weingeist,

* Tentam. exper. nat. acad. del cimento p. 1. pag. 1. additam. p. 8.

geist, da er siedet, den höchsten Grad der Wärme hat, den er annehmen kann, und sich nicht weiter ausdehnen läßt; die meisten Körper hingegen einen größern Grad annehmen können: so dient er nicht, einen solchen Grad zu messen. Da 2) der Weingeist in den Nordländern bey der strengen Kälte endlich gefriert, und also nicht tiefer sinket: so dient er auch nicht aller Orten die Kälte der Atmosphäre, vielweniger die künstliche Kälte anzuzeigen. Deswegen hat Gabriel Daniel Fahrenheit, von Danzig, 1709. statt des Weingeistes das Quecksilber zu gebrauchen angefangen.*

§. 82.

* Das erste Thermometer, welches andere zu erfinden veranlaßet hat, ist das Drebbelische, von Kornel. Drebbel, einem Holländer; oder, wie andere wollen, von Sanctorius, einem berühmten italiänischen Arzte. vid. Krafft, *prael. phys.* p. 1. c. 14. §. 359. Da seine Veränderungen nicht allein von der Wärme und Kälte, sondern auch von der verschiedenen Schwere und Dichtheit der Luft abhangen; und es also auch als Barometer und Manometer kann angesehen werden: so sieht man seine Unvollkommenheit leicht ein. Kircher, L. 3. *art. magn.* p. 2. c. 2. Schott, *Hydr. pneum.* p. 2. c. 2. und *techn. cur.* l. 11. c. 13. Wolff, *tent. util.* c. 5. §. 58. und c. 8. §. 108. haben es verschiedentlich verbessert. Dan. Bernoulli hat dieses Luftthermometer dadurch zu verbessern gesucht, indem er durch Zuschmelzung der Kugel die Gemeinschaft mit der äußern Luft abschnitt. Es läßt sich übrigens wie ein Barometer einrichten. J. A. Segner, programma de aequandis thermometris aereis. Goett. 1739.

§. 82.

Verfertigung des fahrenheitischen Thermometers. 1) Man nimmt eine gläserne, durchaus gleich weite, unten in eine Kugel sich endigende Röhre. Um zu sehen, ob die Röhre gleichweit sey, lasse man ein wenig Quecksilber in dieselbe, daß es einen Zylinder von etwa drey bis vier Zoll in die Länge einnehme. Diese Länge messe man mit einem Zirkel; und bewege hernach das Quecksilber durch die ganze Länge der Röhre. Wenn diese an einem Orte enger oder weiter ist; so wird die Länge des Zylinders, welchen das Quecksilber bildet, größer oder kleiner seyn. Die Röhre sey von hartem, nicht gar zu dünnem Glase. Eine engere Röhre und kleinere Kugel ist besser, als eine weitere; denn dadurch wird auch ein geringer Grad der Wärme oder Kälte und der davon verursachten Ausdehnung oder Zusammenziehung merklich, welcher bey einer weitern Röhre nicht so leicht kann beobachtet werden.

2) Das Quecksilber soll ganz rein seyn, nicht alleine von Bley und andern Schlacken, sondern auch von Luft. Das erstere erhällt man durch die Destillation, besonders aus dem Zinnober. Von der Luft wird es befreyet, wenn man es über dem Feuer so lange erwärmt, und oft, doch gelinde, umrührt, bis es zu rauchen anfängt; alsdenn unter einen Rezipient stellt, und von Zeit zu Zeit die Luft auspumpet.

3) Mit solchem Quecksilber fülle man das Röhrchen z. B. bis auf C. (Fig. 14.) und erwärme es so lange über einem Kohlenfeuer, bis es das ganze Röhrchen ausfüllt; alsdenn schließe man die Oeffnung hermes

hermetisch, daß der Luft aller Eingang versagt werde. Das Steigen und Fallen des Quecksilbers wird hernach blos dadurch bewirkt werden, nachdem seine Ausdehnung durch die Wärme vergrößert, oder durch die Kälte vermindert wird.

4) Wenn das Thermometer so weit verfertigt ist, wird es in klein gestoßenes Eis oder Schnee, mit gepulvertem Salmiak vermischt, gesteckt. In dieser Mischung sinkt das Quecksilber alsobald; wenn es aber aufhört zu sinken, bemerkt man den Punkt, wo es stehen bleibt. Hernach wird es in warmes Wasser, und mit diesem über das Feuer gestellt. Das Quecksilber steigt mit zunehmender Wärme, bis das Wasser siedet. Wenn es sich nun nicht weiter ausdehnt, so zeichnet man auch den Punkt, wohin es in siedendem Wasser gestiegen ist. Hernach

5) Wird das Röhrchen an eine Tafel fest gemacht, worauf der Raum zwischen den bemerkten beyden Punkten in 212 gleiche Grade eingetheilt wird, dergestalten, daß der Punkt, wo das Quecksilber in der Mischung von Eis und Salmiak gestanden ist, mit 0; der andere Punkt, wohin es in siedendem Wasser gestiegen ist, mit 212 bezeichnet werde. Weil aber das Quecksilber, wenn die Röhre z. B. in siedenden Salpetergeist, in geschmolzenes Zinn, oder in andere siedheiße flüßige Materien eingetaucht wird, über den Punkt des siedenden Wassers verschiedentlich steigt; weil auch hingegen in unsern Ländern die Kälte nicht selten so stark wird, daß das Quecksilber unter 0 verschiedentlich fällt: so muß man die Röhre so lang machen, und mit so viel Quecksilber füllen, daß noch meh-

mehrere Grade unter 0 und über dem Punkte des siedenden Wassers können angeschrieben werden. Ueber dem Siedpunkte des Wassers dürfen nicht mehr als 388 geschrieben werden, weil das Quecksilber, wenn es bis auf diese Höhe von der Hitze ist ausgedehnt worden, zu sieden anfängt, und alsdenn nicht weiter steiget. Unter 0 aber sollen 352 Grade gezeichnet werden, weil es gefroren ist, als es 1759 zu Petersburg bey einer künstlichen Kälte so tief gefallen war.* Weil aber

6) Bey einer größern Barometerhöhe das siedende Wasser eine größere Hitze besitzt, als bey einer kleinern; so muß man, um zwey oder mehrere übereinstimmende Thermometer zu bekommen, entweder bey einerley Barometerhohe z. B. von 27 par. Zoll den Siedpunkt suchen; oder, wenn dieses nicht geschieht, auf folgende Weise eine Verbesserung machen. Wenn A die Zahl der Linien ausdruckt, an welcher das Barometer über oder unter 27 Zoll steht, da der Siedpunkt des Wassers gesucht wird: so muß nach de Lucs Versuchen und Beobachtungen in dem ersten Falle der Siedpunkt niedriger gesetzt werden um einen Theil $= \frac{A}{1134 + A}$ desjenigen Raumes, welcher ist zwischen dem Grad 212 und 32. Wenn aber zu dieser Zeit das Barometer unter 27 Zoll steht, so muß der Siedpunkt um einen Theil $= \frac{A}{1134 - A}$ erhöhet werden.**

§. 83.

* S. unten §. 112. Note.

** Recherches, sur les modifications de l'atmosphére, par M.

§. 83.

Das Reaumurische Thermometer wird auf zweyerley Art verfertigt. Man nimmt entweder mit Wasser geschwächten Weingeist, oder Quecksilber dazu; und macht es, wie das Fahrenheitische, nur mit dem Unterschiede, 1) daß 0 auf der reaumurischen Skale den Grad der Kälte andeutet, bey welchem das Wasser zu gefrieren, oder das Eis aufzuthauen pflegt; dieser, der natürliche Gefrier- oder Aufthauungspunkt, punctum congelationis, oder regelationis, ist nach Fahrenheit der 32 Grad über 0. 2) Auf der reaumurische Skale ist der Raum zwischen 0 und dem Siedepunkt in 80 gleiche Grade eingetheilt, so daß ein Grad des reaumurischen Quecksilberthermometers = 2 1/2 Grad des Fahrenheitischen ist.* Wenn aber

M. de Luc. §. 262. — A. Celsius, Beobachtungen von zween beständigen Graden auf einem Thermometer. schwed. Abhandl. 1742. S. 197. — Bericht über die beste Methode die festen Punkte des Thermometers zu bestimmen, aus den philos. trans. vol. 67. deutsch in den Leipz. Samml. zur Phys. und Naturg. 1. B. S. 643. — A. L. F. Meister, de emendatiori scalae thermometri inter puncta observationibus definita interpolatione. 3. B. *nov. comm. soc. Gœtt.* p. 144. — Boerhaave, chym. t. 1. art. de igne.

* Régles pour construire des thermometres, dont les degrés sont comparables. par M. de Reaumur. *Mem. de l'acad. roy. des sc.* 1730. p. 452. *Second memoire* sur la construction de thermom. &c. 1731. p. 250. — C. G. Haubold, diss. de thermometro reaumuriano. Lipf. 1771.

aber das Thermometer mit Weingeiste gefüllt ist, so ist wohl zu bemerken, daß Weingeist und Quecksilber beym nämlichen Grade der Wärme und Kälte nicht auch gleich ausgedehnt und zusammengezogen werden. Denn da einst das Quecksilber in dem reaumurischen Thermometer 22 Gr. unter 0 stand, zeigte der Weingeist nur 18 Gr. und da das Quecksilber 28, ein andermal 37 Grad unter 0 gestanden ist, zeigte der Weingeist 25 und 29 Gr. Outhier voyage au nord. p. 204 und 212.

§. 84.

Die bisher bekannten Thermometer und Pyrometer sind keine ganz vollkommene Werkzeuge. Denn 1) wissen wir nicht, ob die Ausdehnung eines Körpers gleichartig sey, so daß auf einen Grad Wärme Aus-

Die Quecksilberthermometer, obschon sie den Namen haben, sind keine wahre reaumurische Thermometer. Das Delislische ist mit Quecksilber gefüllt, und hat schier die nämliche Einrichtung, wie das sogenannte reaumurische; nur zählt Delisle von obenherab von dem Siedepunkte des Wassers bis auf den Gefrierpunkt gemeiniglich 150 Grade, so daß diese 180 fahrenheitischen gleich sind; oder 5 delislische machen 6 fahrenheitische Grade. — Anleitung übereinstimmende Thermometer zu verfertigen, nebst einer in Kupfer gestochenen Vergleichungstafel. von C. A. Strohmayer. Gött. 1775. — Description de la methode d'un thermometre universel. Paris 1742. — Brauns Vergleichungstafel verschiedener Thermometer 7. B. *comm. petrop. nov.* — Van Swinden, diss. sur la comparaison des thermomèters. Amstelod. 1778.

Ausdehnung wie 1, auf zween Grade Ausdehnung wie 2 erfolge, u. s. w. 2) Die gläserne Röhre mit der Kugel wird bey der Wärme weiter, bey der Kälte enger. Deswegen wenn das Thermometer erwärmt wird, steigt die flüßige Materie nicht so hoch, als sie steigen würde, wenn die Röhre aus einer undehnbaren Materie könnte gemacht werden. Hingegen steht bey der Kälte der flüßige Körper höher, als er stünde, wenn die Röhre mit der Kugel nicht verengert würde. 3) Wenn die flüßige Materie in der Röhre höher steht, druckt sie auch nach den Gesetzen der Hydrostatik mehr auf die Kugel, und dehnt sie auseinander; folglich kömmt auch die flüßige Materie nicht so hoch, als sie käme, wenn die Figur der Kugel unverändert bliebe. *

§. 45.

* Von Thermometern insgemein und insbesondere s. G. B. Bülffinger, diss. de thermometris et eorum emendatione, *comm. petrop.* t. 3. p. 16. — Leutmanni instrumenta meteorognosiae inservientia. — P. Wargentin, von Thermometern. schwed. Abh. 1749. S. 167. — Vollständige und auf Erfahrung gegründete Anweisung, wie die Thermometer zu verfertigen von J. F. Luz Nürnberg 1781. — Hennert, traité des thermometres. Haag 1758. — Du Crest, von Thermometern rc. a. d. franz. mit Anmerk. von M. J. C. Thenn, Augsp. 1770. — Henner, *phys. experim.* p. 2. c. 1. a. 2. pr. 12. — G. C. Rosenthal, zur Kenntniß meteorologischer Werkzeuge 1. B.

§. 85.

Nach dem Fahrenheitischen Thermometer ist die Wärme des aufzuthauen oder zu gefrieren anfangenden Wassers über 0 — — — — = 32 Gr.

der gemäßigten Luft — — — —	=	48
d. Bluts eines gesund. Menschen ungefehr	=	96
des fließenden Wachses — — —	=	140
des siedenden Weingeistes — — —	=	180
der siedenden Milch — — — —	=	213
des siedenden Meerwassers — —	=	218
der siedenden Potaschenlauge — —	=	240
des siedenden Salpetergeistes — —	=	242
des schmelzenden reinen Zinns — —	=	420
des siedenden Vitriolöls — — —	=	546
des schmelzenden reinen Bleys — —	=	550
des siedenden Leinöls — — — —	=	600
des zu sieden anfangenden Quecksilbers	=	600.*

In

* Hier ist noch besonders anzumerken, daß z. B. 3 Theile Zinn mit 2 Theilen Bley vermischt in einem Wärmegrade 340 schmelzen, da doch das erstere für sich allein im 240, das andere im 550 Gr. schmilzt. Man hat auch gesucht durch die Reduktion andere Grade ungefehr zu finden, welche durch das Thermometer unmittelbar nicht können gefunden werden; z. B. 1200, der Grad der Hitze eines stark brennenden Holzes; 1000, bey Tage glühendes Eisen; 890, in der Dämmerung; 770, im Finstern glühendes Eisen; 650, nicht mehr im Dunkeln leuchtendes Eisen. vid. Krafft., *prael. phys.* p. 1. c. 14. §. 362. — *Mem. de Paris*, 1703. p. 206. — Boerhave, Chemiae t. 1. p. 416. — Eine weitläuftige Tabelle s. in Erxlebens Naturl. §§. 471. 472.

In unsern Gegenden fällt zuweilen das Quecksilber in der Kälte 8 oder 10 Gr. unter 0. Im J. 1759. den 26ten Dez. zu Petersburg 43 Gr. Zu Jenisey in Siberien 1735. den 5ten Jan. 126 Gr. Zu Wien 1785. den 1ten März 17 Gr. Zu Mannheim 15 Gr. Zu München 14 1/2 Gr. unter 0.*

V. Artikel.

Erklärung besonderer Phänomene, welche sich in Rücksicht auf die Mittheilung der Wärme durch das Thermometer zeigen.

§. 86.

Weil alle flüßige Körper durch die Wärme ausgedehnt werden; muß auch das Quecksilber im Barometer bey einerley Schwere und Schnellkraft der atmosphärischen Luft höher stehen, wenn es warm, als wenn es kalt ist. Nach de Lucs Beobachtungen steigt das Barometer, welches auf 27 Zoll steht, da das fahrenheitische Thermometer 32 Gr. über 0 ist, alsdenn auf 6 Linien höher, wenn die Wärme bis auf 212 Gr. über 0 zunimmt. Folglich wenn die Wärme um einen Grad wächst, steigt das Barometer um 1/30 Lin. oder ein Wachsthum der Wärme um

* S. die Verzeichnisse der Mannheimer meteorologischen Gesellschaft.

um 30 fahrenheitische Grade verursacht im Barometer ein Steigen um 1 Lin. *

§. 87.

Erfahr. Alle Körper, sowohl flüßige als feste, werden bey dem Feuer nicht nur auf ihrer äußern Fläche, sondern auch in den innern Theilen warm, und zwar durch die ganze Masse gleichartig. Also wird Wasser z. B. in einem Gefäße über dem Feuer nicht allein auf dem Boden, nahe an der Flamme, sondern durchaus warm; desgleichen Metalle, Steine, u. a. m.

Lehrs. Ein jeder Körper wird von dem Feuer ganz und gleichartig erwärmt.

1) Die meisten Zwischenräume eines Körpers haben Gemeinschaft miteinander, und können als Haarröhrchen betrachtet werden; deswegen gehen die Feuertheilchen aus einem in das andere, und vertheilen hiemit die Wärme durch den ganzen Körper. (§. 67.)

2) Die

* S. oben §. 19. Zus. 2. Anmerk. — Tables de correction des effets du chaud et du froid dans le barometre. *Recueil de diverses pieçes sur le thermomètre. act. helv.* t. 3. p. 97. — C. F. Ludolff, maniere de construire une échelle de barométre, qui indique directement la veritable pression de l'air, et qui corrige les défauts causés par les alterations, que la chaleur de l'air fait eprouver au mercure. *Hist. de l'ac. roy. des sc. de Pr.* 1749. p. 33. — Besondere Untersuchungen die Ausdehnung des Quecksilbers durch die Wärme betreffend von. Will. Roy, s. *phil. trans. vol.* 67. 1777. p. 653.

2) Die Feuertheilchen, welche in den Zwischensäumen hangen, widerstehen den andern, welche eindringen wollen; und dieser Widerstand ist soviel stärker oder schwächer, in je größerer oder kleinerer Menge sie sich darinn befinden. Wenn also jede einzelne Zwischenräume eines Körpers nicht eine gleiche Menge Feuer in sich enthalten: so ist der Widerstand nicht allenthalben gleich. Da aber nach den hydrostatischen Gesetzen nicht ehender in einem flüßigen Körper Gleichgewicht statt hat, als bis der Widerstand auf allen Seiten gleich ist: so folgt, daß die Feuertheilchen so lange in einen Körper eindringen, bis sie allenthalben gleichartig vertheilt sind, und hiemit Gleichgewicht erhalten werde.*

Zus. So viel Feuer ein Theil erwärmten Wassers in sich enthält, so viel enthält auch der andere, daß also gleicher Grad der Wärme durchaus sich einfindet. Das ist auch von allen andern Körpern zu verstehen, wenn sie warm gemacht werden.

Anmerkung. Diese gleichartige Austheilung der Wärme geschieht nicht auf einmal, sondern nach und nach; auch nicht mit gleicher Geschwindigkeit in allen Körpern von verschiedener Art. Indessen theilt sich die Wärme geschwinder mit, als jede andere flüßige Materie durch einen festen Körper vertheilt wird.** Uebrigens geht es mit der gleichartigen Vertheilung der Wärme zu, wie mit der in einen Körper eindringenden Feuchtigkeit. Z. B. seyn trockne in einen Keller

* Was für Ausnahmen obige Erklärung leide, wird weiter unten gesagt werden.

** Gewiß nicht so geschwinde, als die elektrische Materie ꝛc.

ler zum Anfeuchten gelegte Tabaksblätter. Wenn diese die Feuchtigkeit in sich gezogen haben, theile man ein Pfund in mehrere gleiche Theile z. B. Unzen; und lege sie, jeden Theil besonders, daß sie wieder austrocknen: so wird man an jeder Unze einen gleichen Abgang des Gewichtes finden, zum klaren Zeichen, daß die Feuchtigkeit durch das ganze Pfund gleichartig ausgetheilt gewesen war, wie sich die Wärme beym Trocknen gleichartig zeigte.

§. 88.

Erfahr. Alle flüßige Körper nehmen endlich an dem Feuer einen gewissen und bestimmten Grad der Wärme an, so daß sie sich, wenn auch das Feuer verstärkt wird, weiter nicht vermehret. Zum Beyspiele sind Wasser, Weingeist, Queckfilber ꝛc. welche, wenn sie sieden, den größten Grad der Hitze besitzen, welchen sie anzunehmen fähig sind. Dieser ist nach dem fahrenheitischen Thermometer in dem Weingeiste = 180 Gr. im Wasser = 212, im Queckfilber = 600.

Erklär. Man beobachtet, daß nur eine gewisse Menge von einem flüßigen Körper an andere Körper anhange; z. B. wenn Wasser an eine Wand gegossen wird, bleibt zwar ein Theil davon hangen, das überflüßige fließt wieder ab. (1. Th. 206. §. u. f.) Das Feuer, als ein flüßiger Körper betrachtet, (§. 65.) hat die nämliche Eigenschaft. Die Wärme ist eine Wirkung der befreyten und an andere Körper anhangenden Feuertheilchen. Wenn einmal ein flüßiger Körper damit gesättigt ist, wie es beym Sieden geschieht, so nimmt er davon nichts mehr in sich. Wie

viel

viel von neuem eindringt, so viel geht auf der Stelle wieder fort. An dem siedenden Wasser kann man im Dunkeln sehen, wie die Feuertheilchen in Gestalt kleiner Kügelchen von dem Boden eines gläsernen Gefäßes in die Höhe steigen, und von der Oberfläche hinwegfliegen.

§. 89.

Erfahr. Eisenfeilspäne nehmen auf dem Feuer z. B. an einem Destillirofen einen größern Grad der Hitze an, als Sand; und dieser wird wärmer, als Asche. Man hat noch nicht bemerkt, daß die Wärme der Luft so groß war, als jene des siedenden Weingeistes zu seyn pflegt. Diese ist 180 Gr., die Wärme des siedenden Wassers 212, der Milch 213, des Meerwassers 218, der Potaschenlauge 240, des Salpetergeistes 242, des Quecksilbers 600; der geschmolzenen und siedenden Metalle noch größer.

Zus. 1. Wenn man die spezifischen Schweren dieser und anderer nicht brennbarer Körper untereinander vergleicht, und demnächst die Wärmegrade, deren sie fähig sind, bestimmt: so beobachtet man allzeit, daß alle nicht brennbare Körper, welche spezifisch schwerer und dichter sind, auch einen größern Grad der Wärme annehmen können.

Alle Wärme entsteht von den an andere Körper anhangenden Feuertheilchen; folglich 1) wo keine Materie ist; da kann sich auch kein Feuer anhängen, und keine Wärme erregt werden; wo aber 2) Materie ist; und 3) je mehr Materie da ist, desto mehr Feuer

kann sich anhängen, und desto größere Wärme erzeugt werden.

Zus. 2. Daraus erhellt, warum einige Flüßigkeiten, indem sie beym Sieden dichter werden, z. B. Salzwasser, u. s. m. auch wärmer werden, und hiemit vom allgemeinen Gesetze abzuweichen scheinen, welches sagt, daß die flüßigen Körper, wenn sie sieden, den größten Grad der Wärme besitzen, den sie haben können; denn da sie dichter werden, wird auch ihre spezifische Schwere größer. Das ist auch die Ursache, warum Wasser in einem wohl verschlossenen Gefäße einen größern Grad der Wärme annimmt, als 212. In diesem Umstande drucken die warmen Dämpfe durch ihre Schnellkraft auf das Wasser, und machen es dichter.*

Zus. 3. Daher läßt sich auch erklären, warum es in niedrigen Erdgegenden wärmer sey, als auf hohen Gipfeln der Berge, wo die Luft dünner ist. Ob schon auch gährende mit der Luft vermischte Dämpfe und die öfters hin und her reflektirten Sonnenstralen die

* Ueberhaupt ist bekannt, daß, wenn die freye Luft stärker auf die Oberfläche eines flüßigen Körpers druckt, dieser auch einen größern Grad der Wärme zum Sieden nöthig habe. (s. oben §. 82. n. 6.) Daraus folget hingegen, wie auch die Erfahrung beweist, daß das Wasser in einem luftleeren Raume bey einer viel geringern Wärme siedet. Ja so gar, wenn das Wasser nur ein wenig erwärmt, unter den Rezipient gestellt, und die Luft ausgepumpt wird, erfolgt eine Art Sieden, wobey das Wasser in elastische Dämpfe verwandelt wird. s. Lichtenbergs Anmerk. §. 232. Erxleb. Naturl.

die Wärme an niedrigern Orten vermehren. Daher kömmt es, daß auf den hohen Alpen Schnee und Eis im Sommer nicht schmelzen; daß in Quito schier der nämliche Wärmegrad beobachtet wird, wie zu Paris, obwohl jene Stadt nahe an dem Aequator liegt.

Anmerk. Es ist oben (Zus. 1.) eine Ausnahme brennbarer Körper gemacht worden. Denn z. B. das Fett der Thiere, ausgepreßte Oele, Harze, obschon sie spezifisch leichter sind, als viele andere flüßige Materien, nehmen doch einen größern Grad der Wärme an. Zum Beyspiele dient siedendes Leinöl mit siedendem Wasser verglichen. Die Ursache hievon wird (§. 95.) gegeben werden.

§. 90.

Erfahr. Man stelle mehrere, ungleich warme Körper z. B. Eisen, Zinn, Marmor, Wolle, Leinwand, Federn, Holz, Wein, Wasser, Oel, Quecksilber rc. einige Stunden lang an einen Ort zusammen, welcher weder von der Sonne, weder von einem angezündeten Feuer besonders erwärmt werde. Wenn man hernach die Wärme dieser Körper mit einem Thermometer untersucht: so findet man sie bey allen und jeden in gleichem Grade. Das nämliche geschieht, wenn die Körper mit dem Thermometer in einem luftleeren Raume stehen. Kaltes Wasser, in ein warmes Zimmer gestellt, wird nach und nach eben so warm, als die in dem Zimmer befindliche Luft. Setzt man hernach dieses Wasser der kalten Luft aus; so wird es nach einiger Zeit den nämlichen Grad der Kälte

Kälte erhalten, welchen die Luft, die es umgiebt, besitzt.

Anmerk. Es ist zwar im Wasser, welches mit der Luft gleichen Raum einnimmt, und nach Anzeige des Thermometers einen gleichen Grad der Wärme hat, mehr Feuer enthalten, als in der Luft; aber das Wasser hat auch mehr Materie, als die Luft unter gleichem Raume. Es ist also in verschiedenen heterogenen Körpern der nämliche Grad der Wärme oder Kälte, oder, wie andere sprechen, das Feuer ist gleichartig ausgetheilt, wenn die Menge des Feuers in verschiedenen Körpern sich so verhält, wie die Anzahl der Punkte der Materie, an welche es sich anhängen kann.

Lehrs. Das Feuer geht aus einem wärmern Körper in einen kältern so lange über, bis beyde den nämlichen Grad der Wärme haben, oder bis das Feuer in beyden Körpern, verhältnißmäßig gegen ihre Massen, gleich vertheilt ist. (§. 67.)

Zus. Je kälter der Körper ist, welcher an den wärmern gebracht wird; desto mehr Feuer verliert dieser. Eben das wird auch beobachtet, wenn der kalte Körper dichter oder spezifisch schwerer ist.

Anmerk. Diese gleichartige Vertheilung der Wärme hat nur in jenen Körpern statt, welche nicht gar zu groß sind. Denn die Wärme, welche die Sonnenstralen verursachen, dringt nicht merklich in große Berge hinein; sondern erstreckt sich nur auf eine gewisse, nicht sehr beträchtliche Tiefe unter die Oberfläche der Erde; wodurch geschieht, daß in tiefen Höhlen das ganze Jahr hindurch schier einerley Wärme verspüret

spüret wird. Das ist auch die Ursache, warum es in Kruften und unterirdischen Gewölben den Winter mehr, im Sommer weniger warm zu seyn pflegt, als auf der Oberfläche der Erde und in freyer Luft.

§. 91.

Wenn zwo homogene, ungleich warme, Flüßigkeiten miteinander vermischt werden; theilt sich die Wärme bald durch die ganze Masse gleich aus, wie die Thermometer anzeigen. Sie wird nach der Vermischungsregel gefunden, wenn jede Masse durch ihren Wärmegrad multiplizirt, und die Summe der Produkte durch die Summe der Massen dividirt wird. Z. B. die Masse des einen flüßigen Körpers sey $= a$, ihr Wärmegrad $= m$, die Masse des andern $= b$, der Grad der Wärme $= n$; so ist auch nach der Mischung die Wärme des ganzen $= \frac{am + bn}{a + b}$. Es wird aber hier vorausgesetzt, daß unter der Zeit, in welcher man die flüßigen Körper vermischt, und die Wärme vertheilt wird, nichts davon verloren gehe; welches, weil es nie geschieht, so stimmt auch der durch die Formel gefundene Werth oder Grad der Wärme mit demjenigen nicht gänzlich überein, welchen das Thermometer anzeigt, bevorab wenn die vermischten Massen gering sind. Werden aber größere Massen untereinander gemischt, z. B. zween Eimer Wasser, davon der eine 212, der andere 32 Gr. Wärme hat: so kömmt der durch die Formel gefundene mit dem durch das Thermometer angezeigten Grade ziemlich überein; und die Wärme wird nach der Mischung seyn $= 122$ Gr.

Also auch, wenn ein Eimer Wasser, welches wirklich aufthauet oder zu gefrieren anfängt, unter neun Eimer siedendes Wasser gegossen wird: ist die Wärme nach der Mischung $= \frac{9 \cdot 212 + 1 \cdot 32}{9 + 1} = 194.$

Anmerk. 1. Wenn unter eine bestimmte Menge Wasser z. B. unter einen halben Eimer, welches 162 Gr. Wärme hat, ein halber Eimer Wasser von 32 Gr. gemischt wird: so ist die Wärme nach der Mischung nach Anweisung der Formel und des Thermometers ungefehr = 97 Gr. Wird aber unter das nämliche Wasser von 162 Gr. so viel Schnee oder gestoßenes Eis, welches auch 32 Gr. hat, unter das Wasser gemischt, daß das Gewicht des Eises dem Gewichte des Wassers gleich ist: so wird nach geschehener Mischung und Auflösung die Wärme nur = 32 Gr. seyn; wie das Thermometer zeigt. Hiemit gehen 130 Gr. verloren; den 32 + 32 von 162 + 32 abgezogen geben 130. Daraus erhellt, wie viel Feuer bey den Auflösungen des Eises oder Schnees gebunden und unwirksam gemacht werden, so daß es auf das Thermometer nicht mehr wirket; folglich auch wie viel Kälte bey dergleichen Auflösungen entstehen müße.

Anmerk. 2. Wenn auf einen festen Körper ein flüßiger gegossen wird, welcher den festen nicht auflöst; oder, wenn zween flüßige, die sich nicht miteinander vermischen, zusammen kommen, z. B. Wasser und Queckfilber: so läßt sich nichts gewisses von der Größe der Wärme, nach der Verbindung dieser Körper bestimmen. Zwar (s. kurzer Abriß der Crawfordischen Theorie vom Feuer, in Erxleb. Naturl.

mit

mit Zusätzen von Lichtenberg §. 494 h. i.) wenn man in ein gewisses Maß siedenden Wassers ein gleiches Maß Quecksilber gießt, welches 32 Gr. Wärme hat: so zeigt das eingetauchte Thermometer 140 Gr. nicht 122, wie doch beobachtet wird, wenn siedendes Wasser zu Wasser von 32 Gr. gegossen wird. Woraus l. c. nebst andern der Schluß gezogen wird, daß Quecksilber von 32 Gr. dem siedenden Wasser weniger Wärme entziehe, als eben so kaltes Wasser. Aber dieser Schluß scheint im allgemeinen nicht ganz richtig zu seyn. Denn weil sich das Wasser mit dem Quecksilber nicht vermischt, sondern nur auf der Oberfläche dasselbe berührt; so geschieht die Berührung in wenigeren Punkten, als wenn kaltes Wasser mit warmem vermischt wird. Aus diesem wird begreiflich, warum in den ersten Zeitpunkten kaltes Wasser dem warmen Wasser mehr Feuer entziehe, als eben so kaltes Quecksilber in dem nämlichen Maße. Dem obigen allgemeinen Schlusse steht noch folgendes entgegen. *

§. 92.

Erfahr. 1. Man nehme zwey zylindrische Gefäße von einerley Materie, die gleiche Durchmesser, Höhe und Dicke haben. Das eine fülle man mit kaltem Wasser 32 Gr. das andere mit eben so kaltem Quecksilber. Man verschließe beyde, und versenke sie, jedes besonders, in gleich viel siedendes Wasser. Die Thermometer werden zeigen, daß das Wasser, in welchem das Gefäß mit Quecksilber eingetaucht ist,

 geschwin-

* Möchte doch Pr. Bruchausen hier den Sinn von Pr. Lichtenberg völlig erreicht haben?

geschwinder kalt werde, als das andere, in welches das Gefäß mit kaltem Wasser gesetzt ist.

Erfahr. 2. Professor Richmann zu Petersburg * nahm zwey gläserne Gefäße von einerley Durchmesser, Höhe und Dicke. In das eine goß er zween Zolle und vier Linien hoch Quecksilber, in das andere eben so hoch Wasser. Beyde Flüßigkeiten hatten 33 1/2 Gr. Wärme. Diese hängte er mit den Thermometern in die Luft, welche damal 66 Gr. Wärme hatte; und beobachtete, daß das Quecksilber in einer jeden folgenden Minute die Wärme geschwinder von der Luft annahm, als das Wasser, wie folgende Tabelle zeigt.

Zeit in Minut.	Wärme d. Wassers.	Zuwachs.	Wärme d. Quecks.	Zuw.
	33 1/2	0	33 1/2	0
5	36 1/2	3	38	4 1/2
16	39 1/5	5 1/5	46	12 1/2
37	46	12 1/2	55	21 1/2
54	50 1/2	17	59	25 1/2
65	53	19 1/2	61 1/2	28
75	55	21 1/2	62	29 1/2
105	59	25 1/2	66	32 1/2
122	61	27 1/2	66	32 1/2
134	64 1/2	31	66	32 1/2

Erfahr.

* G. W. Richmann, inquisitio in legem, secundum quam calor fluidi in vase contenti certo temporis intervallo in temperie aeris eadem decrescit vel crescit. *comm. petrop. nov.* t. 1. p. 174. — Ejusd. de argento vivo calorem celerius recipiente et celerius perdente, quam multa fluida leviora. Ebend t. 3. p. 309. — Legem vulgarem, secundum quam calor corporum certo temporis intervallo crescere vel decrescere dicitur, ad examen revocat J. C. P. Erxleben; *nov. comm. soc. reg. Goett.* t. 1. p. 74.

Erfahr. 3. Glühendes Eisen verliert in der Luft seine Wärme langsam, im Wasser geschwinde, in der Erde geschwinder, am geschwindesten, wenn es in ein anderes Metall eingesteckt wird. Das nämliche geschieht mit andern Körpern.

Erfahr. 4. Es seyn zween Körper von einerley Materie und Gewichte; die Figur des einen sey sphärisch, des andern kubisch. Giebt man ihnen gleiche Wärme, und setzt sie der freyen Luft aus: so verliert der Kubus seine Wärme geschwinder, als die Sphäre. Schneidet man eine warme Kugel in zween gleiche Theile: wird sie ehender kalt, als wenn sie ganz bleibt.

Lehrs. Das Feuer geht geschwinder in einen spezifisch schwerern Körper, als in einen leichtern; und von zween homogenen, an Masse und an Wärme gleichen Körpern verliert derjenige seine Wärme geschwinder, welcher mehr Oberfläche hat.

Die Ursache dieser Erscheinungen ist offenbar aus dem vorhergehenden. Ein spezifisch schwererer Körper, indem er an einen wärmern gebracht wird, bietet zu einer Zeit mehrere Punkte zur Berührung dar, an welche sich das Feuer anhängen kann; und der Körper, dessen Oberfläche größer ist, wird zu gleicher Zeit von mehrern Punkten berührt, denen er seine Wärme mittheilt.

Anmerk. Wird Richmanns Versuch so angestellt, daß Quecksilber und Wasser zwar den nämlichen Wärmegrad haben; aber einer kalten Luft ausgesetzt werden; so verliert das Quecksilber in jeder folgenden Minute geschwinder seine Wärme, als das Wasser.

ser. Die Ursache ist, weil das Quecksilber dichter ist, als das Wasser, und folglich von der kältern Luft in mehrern Punkten berührt wird; hiemit auch mehrere Feuertheilchen entzogen werden.

§. 93.

Aus dem, was bisher erklärt worden ist, fließt die Erklärung vieler Phänomene.

1) Wenn Körper von verschiedener spezifischer Schwere, die alle nach dem Thermometer gleichen Grad der Wärme haben, an den menschlichen Körper gebracht werden, und dieser wärmer oder kälter ist, als jene: so wird es uns vorkommen, als wären sie in dem Grade der Wärme sehr unterschieden. Ist die Wärme dieser Körper größer, als die wir in uns empfinden: so meinen wir, derjenige Körper sey wärmer, welcher spezifisch schwerer ist, als der andere. Ist aber die Wärme unseres Körpers größer, als die Wärme der Körper, die wir berühren; so scheint uns derjenige kälter zu seyn, welcher unter andern spezifisch schwerer ist. Es gehen nämlich in den spezifisch schwerern Körper aus unserm wärmern zu einer Zeit mehr Feuertheilchen über, als in den spezifisch leichtern; deßwegen kömmt er uns wenigstens von Anfange kälter vor. Hingegen sind die Körper, welche wir berühren, wärmer: so gehen in gleicher Zeit aus dem schwerern mehrere Feuertheilchen in uns über, als aus dem leichtern; daher halten wir jenen für wärmer, als diesen. Hat aber unser Körper gleichen Grad der Wärme, wie alle jene verschiedene Körper: so wird uns einer so warm vorkom-

kommen, als der andere, obschon sie in der spezifischen Schwere sehr unterschieden sind.

2) Warum warme Metalle, Steine, Hölzer, Flüßigkeiten mit Wolle, Federn, Pelzen u. d. g. bedeckt ihre Wärme lange behalten; warum wir im Bette einer steten und sanften Wärme genießen; warum ein Hähnchen z. B. mittelst eines heißen Eisens, welches in seinen Bauch gesteckt wird, gebraten werden könne, wenn es nur in weiches Tuch eingewickelt wird.

3) Wenn man um ein Metall oder um einen Stein einen Faden bindet, oder ein Papier darum wickelt, so daß es stark anliegt; so wird der Faden oder das Papier an dem Feuer nicht ehender brennen, bis das Metall oder der Stein selbst so viel Hitze hat, als gewöhnlich erfodert wird, den Faden oder das Papier anzuzünden. Denn wie der Faden oder das Papier die Wärme von dem Feuer bekommen, theilen sie dieselbe alsogleich dem Körper mit, den sie berühren.

4) Warum in zinnernen und bleyernen Gefäßen, auch im Papiere Wasser siede, ohne daß die Gefäße schmelzen, oder das Papier verbrenne. Denn das Wasser nimmt beym Sieden keinen größern Grad der Wärme an, als 212. Daher geschieht es, daß es weder die Wände der Gefäße, noch das Papier wärmer werden läßt. Hingegen zum Schmelzen der Metalle oder zum Verbrennen des Papiers wird eine weit größere Hitze erfodert.

5) Warum

5) Warum Schießpulver durch ein Brennglas sich leichter entzünden lasse, wenn es auf einem leichten lockern Körper z. B. auf Holz oder Papier zerstreuet liegt, als auf Metall oder Stein. Es geht nämlich in die Metalle und Steine eine größere Quantität Feuer, in das Holz und Papier eine kleinere; daher bleiben im erstern Falle wenigere, im andern mehrere Feuertheilchen im Pulver. Aus der nämlichen Ursache brennt ein Rauchkerzchen ganz ab, wenn es auf Holze oder einem eben so leichten oder leichtern Körpern steht, er mag kalt oder warm seyn. Es verbrennt auch auf einem schwerern Körper, z. B. auf Metallen, wenn diese nur hinlänglich warm sind. Hingegen wenn der spezifisch schwerere Körper kalt ist: so verbrennt das Rauchkerzchen nicht ganz; sondern die untern Theile bleiben unverzehrt; ja sogar wenn es an der Seite von einem kalten Metalle nur berührt wird: brennt es nicht weiter, als bis dahin. Eben das beobachtet man an einer brennenden Lunte, welche zum Theile im Sande liegt; indem dieselbe von selbst erlöscht, wenn das Feuer bis dahin kömmt.

VI. Artikel.

Wie das in den Körpern versteckte brennbare Wesen aufgelöst, das Feuer frey und wirksam gemacht werde.

§. 94.

Erfahr. Wenn festen brennbaren Körpern, z. B. Holze, Kohlen u. a. m., welche viel Phlogiston oder gebundenes Feuer in sich enthalten, (§§. 61. 62.) freyes Feuer beygebracht wird: werden sie nicht nur warm, sondern auch entzündet, und verbrennen; wobey häufiges Feuer, welches zuvor nicht sichtbar war, ausbricht.

Erklär. 1) Nichts wird bey einer Auflösung, sie mag durch das Feuer oder auf eine andere Weise geschehen, aus einem Körper herausgezogen, was nicht zuvor darinn enthalten war: folglich lagen auch die Feuertheilchen, welche ans den brennenden Körpern in großer Menge ausbrechen, zuvor darinn verborgen. (§. 61.)

2) Wie aber das mit andern Körpertheilen zusammenhangende und gebundene Feuer entwickelt und wirksam gemacht werde, läßt sich leicht auf folgende Weise erklären. Man kann sich vorstellen, als wenn nur ein einziges freyes Feuertheilchen A in den brennbaren Körper eingienge. Indem dieses auf das nächst vorkommende noch gebundene Theilchen B anstößt; theilt es ihm etwas von seiner Bewegung mit, und löst es auf. Diese zwey Theilchen stoßen wieder auf

zwey andere D und E, und befreyen sie von ihren Banden; diese mit den erstern vereiniget auf die nächstfolgenden, und so weiter, bis endlich alle Theile aufgelöst und entwickelt werden. (1. Th. 244. §.)

Zus. Aus diesem folget, daß nicht allein durch die Kraft des schon freyen und von außen beygebrachten Feuers ein brennbarer Körper aufgelöst werde, sondern auch und am meisten durch das in dem Körper selbst verborgene und auf die kurz vorher beschriebene oder auf sonst eine Art wirksam gemachte Feuer. Ein kleiner Funken hat oft einen großen Brand erweckt. *

§. 95.

Erfahr. Einige flüßige Körper, z. B. geschmolzenes Thierfett, Oele, Weingeist ꝛc. entzünden sich an der Flamme, brechen in helle Flammen aus, und verbrennen.

Lehrs.

* Diese und alle in ff. §§. angeführte Phänomene erklären sich mehrentheils sehr leicht und deutlich nach der Crawfordschen Hypothese. s. J. H. Magellan, essai sur la nouvelle theorie du feu elementaire ou de la chaleur des corps. Lond. 1780. — Karstens Anleitung zur gemeinnützlichen Kenntniß der Natur. Halle 1783. Abschn. 26. — Erxlebens Naturl. mit Zusätzen von G. C. Lichtenberg. 9 Abschn. §. 494. b u. f. — Klügels Encyclopädie, 2. B.

Eine neuere Theorie vom Feuer giebt J. A. de Luc in dem 1. B. §. 115-264 seiner neuen Ideen über die Meteorologie. a. d. franz. Berlin 1787. Einen kurzen Auszug s. in Gehlers physikalischem Wörterbuche. 2. Th. Leipz. 1789. — Bald giebt es wieder eine neue Mode von Feuer, die sich, wie die Luft, verändert. s. §. 111.

Lehrs. Auch in flüßigen brennbaren Körpern liegen sehr viele Feuertheilchen verborgen, (§. 94. Erklär. 1.) welche durch den Zutritt eines freyen Feuers (ebend. Erkl. 2,) auf die nämliche Weise, wie bey festen Körpern entwickelt werden.

Zus. Nun ist leicht zu begreifen, warum brennbare Flüßigkeiten, z. B. Oele, eine größere Hitze annehmen können, als andere spezifisch schwerere, aber nicht brennbare Körper. (§. 89. Anmerk.) Denn dergleichen flüßige Körper bestehen großen Theils aus phlogistischer Materie, oder gebundenen Feuertheilchen, welche mit den übrigen wässerichten, salzichten, erdichten Theilen innigst vereinigt sind.* Wenn nun das Oel warm wird, d. i., wenn freyes Feuer dasselbe ergreift, und auf die darinn verborgenen Feuertheilchen anstößt: so wird es auch diese in Bewegung setzen, auflösen und wirksam machen, daß also die große Hitze des siedenden Oels nicht nur den von außen eindringenden, sondern auch und vorzüglich den in dem Oele versteckten, nun aber aufgelösten Feuertheilen zuzuschreiben ist.

§. 96.

Erfahr. 1) Durch die Vermischung unterschiedlicher Flüßigkeiten entsteht eine größere Wärme, als welche zuvor in jeder einzelnen für sich genommen bemerkt worden ist. Z. B. wenn das Thermometer im Weingeiste, Essig, Salpetergeiste, Salzgeiste, Vitriolöle, Wasser rc. gleichen Grad der Wärme zeigt, und

* S. oben §. 62. Anmerk.

und hernach diese Flüßigkeiten miteinander vermischt werden: so beobachtet man einen größern, und zwar nach der verschiedenen Mischung unterschiedenen Grad der Wärme. *

2) Bey der Auflösung fester Körper in flüßigen wird sehr oft eine Wärme erzeugt. Z. B. sind die Auflösungen des Eisens im Königswasser, des Salpeters im Vitriolöle, des Phosphorus in der Luft, des gebrannten Kalcks im Wasser; ferner bey der Gährung und Fäulung der Körper.

Erklär. 1) Indem flüßige Körper miteinander vermischt werden, steigen viele Luftbläschen und Dämpfe in die Höhe; welches ein Anzeichen der Auflösung ist. Dabey wird das Phlogiston oder das gebundene Feuer frey gemacht. Die größere Wärme wird nur so lange bemerkt, als die Auflösung dauert. Ist diese vorbey: so nimmt die Wärme wieder ab, und hört endlich gar auf, wenn auch die vermischten Flüßigkeiten sehr durcheinander geschüttelt werden. 2) Auf die nämliche Weise geht es zu, wenn sich bey der Auflösung vieler fester Körper in flüßigen eine besondere Wärme äußert.

Anmerk.

* D. Ol. Borrichii, efficere, ut duo spiritus tactu frigidi invicem confusi flammam edant. *in Th. Bartholini act. med. et philos. hafniens.* 1671. p. 133. — Beobachtungen über verschiedene Wirkungen der Gährungen von Homberg; unterschiedliche Mittel nicht nur wesentliche Oele, sondern auch natürliche Balsame und ausgepreßte Oele mit sauern Geistern zu entzünden von Geoffroy dem jüng. und Rouelle s. *Mem. l'acad. roy. des sc.* 1701. *p.* 95. 1726. *p.* 95. 1747. p. 34.

Anmerk. Daß bey Ablöschung des Kalkes mit kaltem Wasser eine Wärme erzeugt wird, könnte einem beym ersten Anblicke wunderbar vorkommen. Aber ob ein Flammenfeuer von außen in das Wasser eingeht, und dasselbe erwärmet; oder ob das im Kalke enthaltene Phlogiston durch das Wasser aufgelöst wird, und hiemit die Feuertheilchen wirksam gemacht werden, und das Wasser erwärmen, ist an sich eins und das nämliche.

§. 97.

Erfahr. Viele feste Körper werden durch das Reiben, Zusammenstoßen oder Schlagen erwärmt, und brechen endlich in Flammen aus. Z. B.

1) Harte Hölzer werden durch bloses Reiben anfänglich erwärmt, und endlich entzündet, daß sie Flamme geben. Eine Säge wird heiß, wenn sie geschwinde durch das Holz hin und her gezogen wird; und man verspürt dabey einen brennzlichten Holzgeruch.

2) Ein um einen festen Körper oft und stark gezogener Strick wird warm, und entzündet sich endlich; brennt auch die Hand an, wenn er schnell durch dieselbe gezogen wird.

3) Daß Stahl und Feuerstein an einander geschlagen Funken geben, ist allgemein bekannt. Ein Messer wird auf einem schnell umgedrehten Schleifsteine nicht nur heiß; sondern kann auch glühend gemacht werden.

4) Eisen wird auf dem Ambose von geschwinden und starken Schlägen nach und nach so heiß, daß es Schwefel, Schießpulver, Rauchtabak anzündet.

Erklär. Dadurch, daß die Körper gerieben werden, löst sich die brennbare Materie von den übrigen

Bestandtheilen ab, und wird bey anhaltendem Reiben in noch kleinere Theile aufgelöst. Indessen werden die verborgenen Feuertheilchen von ihrem Anhange befreyet, und wirksam gemacht. Daher fangen die Körper an warm zu werden, und zwar zuerst an denjenigen Theilen, welche unmittelbar gerieben werden. Mit dem Reiben nimmt auch die Wärme zu, bis endlich aus den brennbaren Körpern, in welchen eine große Menge gebundener Feuertheilchen verborgen liegt, die Flamme ausbricht.

§. 98.

Erfahr. Obschon durch einen Blasbalg die Luft um ein Thermometer auf das geschwindeste bewegt wird: so wird doch das Quecksilber weder steigen, noch fallen. Alle Flüßigkeiten, sie seyn brennbar oder nicht, heterogen oder homogen, z. B. Wasser, Oel, Wein, Weingeist, Essig, Vitriolöl, Salpetergeist, Salzgeist, Blut, Urin, Galle rc. wenn sie in Gefäßen eingeschlossen noch so lange geschüttelt werden, erhalten dadurch, wie das Thermometer zeigt, keinen größern Wärmegrad. Verschiedene von den benannten Flüßigkeiten werden zwar miteinander vermischt wärmer; wenn man sie aber stehen läßt, bis die Wärme wieder vergangen ist, und sie hernach noch so sehr schüttelt: so werden sie dadurch nicht warm.

Lehrs. In den flüßigen Körpern wird durch Umrühren, Schütteln, Reiben keine Wärme hervorgebracht.

Die Ursache ist, weil die flüßigen Körper schon an sich in so kleine Theile getrennt sind, daß sie durch das Schütteln oder Reiben nicht in kleinere können getheilt werden. Weil sie nebst dem nur

schwach

schwach unter sich zusammenhangen, und sehr schlüpfricht sind: so ist die Reibung gering, und kommen immer neue Theilchen an die Wände des Gefäßes.*

Zus. Aus diesem erhellt, warum keine merkliche Wärme erregt werde, wenn Oel oder eine andere fette Materie zwischen feste Körper, die einander reiben, gestrichen wird.

§. 99.

Aus dem vorhergehenden werden folgende Phänomene erklärt.

I. Wenn Eisenfeilspäne, die nicht rostig sind, mit eben soviel gepulvertem reinem Schwefel vermengt, und mit Wasser untereinander gerührt einen Schuh tief unter die Erde vergraben werden: so kann man nach ungefehr acht Stunden beobachten, daß die Erde mit einer Erschütterung aufschwelle, wobey warme Schwefeldämpfe und endlich auch Flammen ausbrechen.

§. 100.

II. Es ist gewiß, daß es in dem Innern der Erde vielerley brennbare Materien gebe, aus deren Vermischung und Auflösung Wärme und Feuer erweckt wird. Hier wirkt die Natur im Großen, was die Kunst im Kleinen thut, wie wir kurz zuvor gesehen haben. Daher lassen sich 1) erklären die Phänomene der Feuerspeyenden Berge, aus deren Schlünden

* Dieses Reiben ist von jenem zu unterscheiden; wobey die Flüßigkeiten aufgelöst werden. s. oben §. 96.

den oft eine ungeheure Menge Flammen, Aschen, geschmolzener Metalle und Steine ausgeworfen wird, welche nicht selten die ganze weit umher liegende Gegend verheeren. * Dergleichen namhaftere Berge sind der Aetna in Sicilien, der Vesuv in Kalabrien, der Hekla in Island, der Chimera in Griechenland, u. a. m. besonders in Amerika. 2) Die Erdbeben. Es kann nämlich geschehen, daß die in unterirdischen Höhlen eingeschlossenen Luft und Dämpfe durch die Auflösung schwefelichter, harzichter, metallischer u. a. mit einander vermischter Körper sehr verdünnt werden, und durch ihre gewaltsame Ausdehnung die Erschütterung und den Einsturz der Erde verursachen. In der That, wo die Erde bey der Erschütterung sich öffnet, steigen schwefelichte Dämpfe heraus; und insgemein pflegen die Erdbeben in denjenigen Gegenden öfter und stärker zu seyn, wo Feuerspeyende Berge, viele metallische, schwefelichte und andere brennbare Mineralien sich befinden. Diese Meinung wird um so

* Will. Hamiltons Beobachtnngen über den Vesuv, den Aetna und über alle Vulkane überhaupt, a. d. Engl. übers. Berlin 1773. — Ebend. neuere Beobachtnngen über die Vulkane, nebst merkwürdigen Bemerkungen des Abts Giraud Sulavie, a. d. Franz. Frankf. und Leipz. 1784. — Hist. et phenomènes du Vesuve exposés par le Pere de la Torre. Naples 1776. Deutsch, Altenburg 1783. — J. A. Borelli, historia et meteorologia incendii aetnaei. Reg. Jul. 1670. — A. Catani lettera critica filosofica su della vesuviana erruzzione 1767, in Catania 1768. — Kircheri, *mund. subterran. praef.* c. 3. Item l. 2. c. 11. l. 4. c. 8. — Hauser, *elem. philos.* t. 6. p. 6. q. 4.

so wahrscheinlicher, wie mit Pulver gefüllte Minen die über ihnen befindlichen größten und stärksten Gebäude in der Luft sprengen. Wenn dem also ist, so läß sich aus den Erdbeben, welche durch weitschichtige Länder verspürt werden, wie es im J. 1755. schier ganz Afrika und Europa erfahren hat, schließen, daß es viele weit und breit sich erstreckende unterirdische Gänge und Höhlen gebe, durch welche sich die Kraft dieser wütenden Materie ergieße. Wenn aber, wie Jacquier sagt, dieses unterirdische Feuer unter dem Meere sich einfindet; so ist es im Stande die Gewässer des Meers zu erheben, und große Ueberschwemmungen zu verursachen, wie aus den traurigen Begebenheiten 1755, 1756 und 1783 bekannt ist.*

§. 101.

III. Wenn frische, feuchte Pflanzen, z. B. Heu, in Scheuern dicht auf einander gelegt werden: erhitzen

* J. G. Lehmann, physikalische Gedanken von Erdbeben und deren Fortpflanzung unter der Erde. Berlin 1757. — Mémoire sur les tremblemens de terre, par M. Elie Bertrand. 1756. Ebend. Memoires historiques et physiques. à la Haye 1757. — Hauser, *phys. part.* t. 8. p. 13. q. 1. — Kircheri, *mund. subterr. praef.* l. 2. it. l. 2. s. 2. c. 10. — J. C. Holmann, de terrae motibus. *syll. comment.* p. 1. — Nachricht von dem letzten Erdbeben in Calabrien und Sicilien, von Will. Hamilton, a. d. Engl. von G. F. Wehrs. Hannover. — Mein Programm, Etwas über Ziehens Weissagung von dem Erdbeben. Frankf. u. Mainz 1786. — Memoire sur le tremblement de terre de Calabre 1783. par de Dolomieu. Rome 1784.

tzen sie sich von selbsten, und brechen zuweilen in Flammen aus. An trocknen erfährt man dieses nicht, weil bey abgehender Feuchtigkeit das Menstruum mangelt, wodurch die Auflösung geschieht.

§. 102.

IV. Die Wärme des menschlichen Körpers ist allzeit größer, als die Wärme der Luft, welche ihn umgiebt. Daraus folget, daß sie den Feuertheilchen, welche aus der Luft in denselben eingehen, einzig und allein nicht könne zugeschrieben werden. Sie muß also von demjenigen Feuer verursacht werden, welches in dem menschlichen Körper stets befreyet wird, indem die phlogistische Materie, die sich in großer Menge in dem Blute und andere Säften befindet, aufgelöst wird. Diese Auflösung aber und die davon abhangende Befreyung der Feuertheilchen kann nicht blos von dem Reiben der Säfte und des Geblütes, weder unter sich, noch an den Wänden der Gefäße, herkommen.

Dieses erhellt 1) aus dem 98. §. Es geschieht 2) zuweilen, daß bey denjenigen, welche am Faulfieber krank liegen, der Puls matt und schwach geht, wodurch der Kreislauf der Säfte und des Geblütes, hiemit auch das Reiben derselben vermindert wird. Also müßten Leute, welche mit dieser Krankheit behaftet sind, weniger Hitze haben, als wenn sie gesund sind; da doch die Erfahrung das Gegentheil bezeuget. Endlich 3) ist bekannt, daß die Körper derienigen, die am Faulfieber oder an Krankheiten verstorben sind, in welchen die Säfte schon zuvor sehr waren aufgelöst worden, bisweilen noch einige Tage warm bleiben,

obschon

obschon das Geblüt und die Säfte jetzt nicht mehr bewegt werden; und kein Reiben verursacht wird.

Es bleibt also nichts zu sagen übrig, als daß die Wärme des menschlichen Körpers von der beständigen Auflösung der brennbaren Materie und von der Befreyung der mit dem Blute und den Säften verbundenen Feuertheilchen veranlasset werde. Die Auflösung in dem Blute kann man durch das Mikroskop, in den andern Säften aber aus physiologischen Gründen erweisen.*

Zus. Da jede Auflösung durch die Bewegung erleichtert wird; so werden auch in dem Blute, wenn es in stärkerer Bewegung ist, mehr Feuertheile entbunden. Daraus ersehen wir, warum bey schneller Bewegung, z. B. wenn wir laufen, eine größere Wärme verspüren, als wenn wir ruhen. Ferner, woher die Fieberhitze komme; nämlich von der Fiebermaterie, welche das Herz und die Pulsadern stark reizet, und in eine schnellere Bewegung bringt, als gewöhnlich. Auch werden in dergleichen Krankheiten aus andern Ursachen das Blut und andere Säfte mehr aufgelöst, als im gesunden Zustande. Woher aber die Wärme, welche nach dem Tode oft noch einige Tage an den Körpern bemerkt wird? Von der geschwinden Fäulung des Blutes und der andern Säfte, und von der dabey entstehenden Auflösung des Phlogistons.

§. 103.

* S. oben §. 94. Anmerk.

§. 103.

Wie entſteht das Phlogiſton in den Körpern? Die Pflanzen wachſen, indem der Nahrungsſaft durch die Haarröhrchen in ſie eindringet, ſich anſetzt, und in ihre eigene Subſtanz verwandelt wird. Mit dieſem Nahrungsſafte, welcher blos durch die Wärme flüßig erhalten wird, (§. 72.) gehen viele Feuertheilchen, theils frey, theils gebunden, in die Pflanzen ein, vereinigen ſich innigſt mit den übrigen Beſtandtheilen, und machen in ihnen das Phlogiſton aus. Vornämlich von den Pflanzen werden die Thiere mittelbar oder unmittelbar ernährt, und alle Thiertheile ſowohl feſte als flüßige nehmen davon ihr Wachsthum, und werden erhalten, daß alſo diejenigen Theile, welche Phlogiſton in ſich enthalten, es aus dieſer Quelle urſprünglich empfangen.* Wenn Pflanzen und Thiere verbrannt, oder ſonſt auf eine Weiſe, z. B. durch Fäulung, zerſtört werden: ſo löſt ſich auch das Phlogiſton auf, und das Feuer wird wieder frey; vermiſcht ſich mit der Luft, mit dem Waſſer, mit der Erde ꝛc., und wird alſo durch einen beſtändigen Wechſel der Natur wieder ein neuer Beſtandtheil der Nahrungsſäfte.

VII. Ar=

* S. meine Naturgeſchichte 2. Th. 1. Abſchn. 1. Abth. §. 30. u. f. von dem Nahrungsſafte der Pflanzen.

VII. Artikel.

Phänomene der Flamme.

Wie die Flamme, und überhaupt die Kraft des Feuers vermehrt, vermindert und ausgelöscht werde.

§. 104.

Lehrs. Die Flamme ist nichts anders, als ein in größerer Menge erwecktes Feuer, welches aus dem brennenden Körper mit andern heterogenen Theilen ausbricht, und eine Zeitlang in der Luft in Gestalt eines leuchtenden Dampfs sichtbar ist.

Daß die Flamme nicht blos aus Feuer, sondern aus mehrern heterogenen Theilen bestehe, zeigt die die Zerstörung des brennenden Körpers, die chemische Zerlegung des Ruses, und die verschiedene Farbe * der Flammen. Die Flamme des Weingeistes und Schwefels ist blau, des Kupfers mit Sublimat grün, des Kupfers mit Zink himmelblau, des Talgs gelb, des Kampfers weiß.

Anmerk. Wenn die Theile, welche aus dem brennenden Körper sichtbar hinwegfliegen, noch nicht genug aufgelöst und feurig sind, so heißt es der Rauch. Dieser wird in Flamme verwandelt, wenn er sich mehr an einer andern Flamme entzündet, z. B. der Rauch einer ausgelöschten Wachskerze.

§. 105.

* Auch besonders der Geruch.

§. 105.

Lehrs. Die Flamme eines Oel- Unschlitt- oder Wachslichtes wird ernährt und erhalten, wenn immer neue geschmolzene Unschlitt- Wachs- oder Oeltheilchen durch den Dacht aufsteigen.

Der Dacht besteht aus sehr vielen Fibern, lauter Haarröhrchen, in welchen das Oel, oder das erwärmte und geschmolzene Unschlitt in die Höhe steiget. Wenn es die Flamme erreichet, wird es entzündet und verzehrt; auf diese Art steigen immer neue brennbare Theile nach, bis alles abgebrannt ist.

Zus. Wenn eine neue Kerze angezündet wird, geht sie oft alsobald wieder aus, wenn sie nicht umgekehrt, oder das Wachs durch eine andere Flamme flüßig wird, daß es in den Dacht eindringen kann.

§. 106.

Lehrs. Die Flamme muß in freyer Luft stets in die Höhe steigen.

Die Flamme ist spezifisch leichter, als die Luft, von der sie umgeben ist; sie muß deswegen von dieser aufwärts getrieben werden.

Anmerk. 1. Nachdem sich die Flamme von dem brennenden Körper entfernt hat: wird sie gewöhnlich gänzlich zerstreut; jedoch von sehr fetten Körpern erhält sich dieselbe länger und weiter, wie z. B. die Flamme entzündeter Butter, welche nicht selten zum Schornsteine hinausfliegt.

Anmerk. 2. Wenn die Flamme in einer Röhre steht, dessen Seitenwände die Zerstreuung verhindern, wird sie sehr lang, daß sie oben heraus schauet.

Aus der nämlichen Ursache steigt die Flamme aus den Oefen zu hohen Schornsteinen hinaus, weil sie von den Wänden zusammengehalten nicht so leicht auf alle Seiten hin zerstreuet werden kann. Ferner, wenn eine Flamme von einer andern umgeben wird, z. B. die Flamme einer Oellampe von der Flamme des brennenden Weingeistes: so wird sie zwey bis dreymal länger, als zuvor.

§. 107.

Die Spitze der Flamme brennt stärker, als ihre Seiten. Denn die Spitze besteht aus solchen Feuertheilen, welche mehr aufgelöst, und von der gröbern Materie mehr gereiniget sind.

Wenn zwo Flammen nicht weit voneinander stehen, nähern sie sich allmälich, bis sie in eine zusammenstoßen. Denn die Luft zwischen beyden Flammen wird durch die Hitze mehr verdünnet, als die äußere an den Seiten; deswegen druckt diese stärker, und treibt die Flammen in eine zusammen.

§. 108.

Erfahr. Goldschmiede und andere Metallarbeiter verstärken das Feuer durch Blasbälge, besonders wenn diese in entgegengesetzten Richtungen blasen. 2) Die Flamme einer Kerze oder Lampe wird sehr wirksam, daß sie in kurzer Zeit Glas u. a. m. schmelzet, wenn sie durch das Blasen nach einer Seite gerichtet wird. 3) Die Kraft des Feuers wird vermehrt, wenn auf den glühenden oder brennenden Körper etwas Wasser oder eine andere Flüßigkeit gesprützt wird.

Erklär. 1) Durch das Blasen, wodurch die Luft nach einer gewissen Gegend getrieben wird, wird die Flamme, oder das schon befreyte Feuer, da es sich wirklich vom brennenden oder glühenden Körper trennen will, wieder zurückgeschlagen; dadurch wird die phlogistische Materie mehr aufgelöst, und das Feuer verstärket.* 2) Durch den Wind oder durch das Blasen mit dem Munde wird die verdünnte Flamme in einen engern Raum gebracht, zugleich auch das Feuer nach einer Richtung hingeleitet, da es sich selbst überlassen anderswohin zerstreuet würde; daher wird es dichter und stärker. 3) Wenn glühendes Eisen mit Wasser besprengt wird, werden seine Poren einige kurze Zeit verstopft, und die Feuertheilchen zurückgehalten, welche, auf diese Art innerhalb des glühenden Körpers versammelt, noch mehrere losmachen, und bald darauf häufiger und stärker ausbrechen.

Anmerk. 1. Wenn der Wind zu heftig bläset, wird oft die ganze Flamme auf einmal von dem brennenden Körper hinweggerissen, und die noch zurückgebliebenen befreyten Feuertheile werden theils zu schnell in der Luft zerstreuet, theils sind sie zu schwach, das übrige brennbare Wesen aufzulösen; daher geht in solchen Umständen das Feuer aus. Wird häufiges Wasser auf den Brand gegossen, so theilt sich alsobald ein gewisser Grad der Hitze demselben mit.

Weil

* Erklärung dieses und der 102. 111. §§. nach der Crawfordschen Theorie. s. Lichtenbergs Zusätze in Erxleb. Naturl. §. 494. n. o. q.

Weil aber das Wasser keinen größern Wärmegrad, als 212, annehmen kann; so fliegen die übrigen mit den Wasserdämpfen davon, und das Feuer erlöschet, oder es wird zerstreuet und unsichtbar.

Anmerk. 2. Wenn in kalten, auch rektifizirten Weingeist eine glühende Kohle gelegt wird, erlöscht diese alsobald, ohne daß der sonst sehr brennbare Weingeist sich entzünde. Ist aber dieser zuvor erwärmt, brennt er augenblicklich. Denn im ersten Falle gehen die meisten Feuertheilchen alsobald aus der Kohle in den Weingeist über, und machen ihn zwar etwas warm, ohne jedoch denselben entzünden zu können. Im andern Falle sind schon viele ungebundene Feuertheile in dem Weingeiste, welche mit jenen aus der glühenden Kohle vergesellschaftet die übrigen leicht entbinden, und zur Flamme geschickt machen können.

§. 109.

Erfahr. Je dichter und reiner die Luft ist, in welcher sich der brennende Körper befindet, desto stärker ist das Feuer, und desto geschwinder wird er von diesem verzehrt.

Eine dichtere und reinere Luft kann mehr aufgelöste brennbare Materie in sich aufnehmen; deswegen wird diese auch geschwinder und häufiger in ihr aufgelöst.* Daher kömmt es, daß die Metalle in einer reinen Luft bey einem gemeinen Feuer geschwinde schmel-

* S. oben §§. 4. 6. 7. von der reinen, dephlogistisirten Luft.

schmelzen; daß das Feuer auf dem Heerde, worauf die Sonne scheint, nicht so lebhaft ist, als in dem Schatten; daß die Flamme im Winter bey heiterm Himmel stärker zu seyn pflegt, als im Sommer rc.

§. 110.

Erfahrung. Das Feuer zeigt sich am stärksten, wenn die Sonnenstralen durch einen Brennspiegel oder ein Brennglas in dem Brennpunkte gesammelt werden.

Hierzu dienen 1) die hohlen sphärischen, parabolischen und elliptischen Spiegel, von welchen die Sonnenstralen dergestalten reflektirt werden, daß sie in einen engen Raum zusammenlaufen, und also sehr verdichtet werden. Man verfertigt sie aus Messing, vergoldetem Kupfer, Stahle, oder aus verschiedenen Metallen zusammengemischt, auch aus Glase, dessen hintere Fläche mit Quecksilber belegt wird. Auch die papiernen, hölzernen, gypsenen leisten gute Dienste, wenn sie vergoldet oder versilbert, und gut polirt sind. Die Wirkung dieser Spiegel ist überhaupt desto größer, je mehr Stralen sie in dem Brennpunkte sammeln, welches zum Theile von der Materie des Spiegels abhängt, indem diese eine bessere oder schlechtere Politur annimmt, und die aufgefangenen Stralen mehr oder weniger zerstreuet, oder verschlinget. Einer der berühmtesten metallenen Brennspiegel ist der Villettische, welcher 43 Zolle im Durchmesser hat. Dieser entzündet alle brennbare Körper augenblicklich, schmelzt sehr schnell alle Metalle, und verwandelt die

här=

härtesten Steine in Glas. * 2) Auch mit ebenen Spiegeln kann man die Sonnenstralen sammeln, wenn

* Den Villettschen Brennspiegel beschreibt Boerhave, *elem. chem.* t. 1. p. 225. It. *Journal des Sav.* 1679. — Von Manfr. Septala, einem Mayländer, erzählt Schottus *mag. univ.* p. 1. p. 419. daß er mit einem parabolischen Spiegel auf 15 Schritte Holz angezündet habe. — Garouste verfertigte einen auf die pariser Sternwarte von 5 Sch 1. Z. im Durchmesser. *Journ. des Sav.* 1685. p. 466. — Gärtner in Sachsen, Hartsöker in England machten Hohlspiegel von vergoldetem Holze; Neumann, ein Ingenieur zu Wien, von steifem mit Strohe überzogenem Papiere, welche vortrefliche Wirkung thaten. Krafft, *prael. phys.* p. 3. c. 3. — Eine besondere Art von Brennspiegeln giebt an J. A. Widder, Prof. zu Gröningen. *Act. acad. Theodoro-palat. vol. 4. phys. Mannh.* 1780. p. 385. — Ueber diese Materie s. ferner Du Fay sur quelques experiences de Catoptrique. *Mem. de l'acad. roy. des sc.* 1726. p. 165. — De Buffon, invention des miroirs ardens pour brûler à une grande distance. Ebend. 1747. p. 82. und 1748. p. 305. — Le Febure in Bonn hat vor wenigen Jahren metallene, etwa 5 Zentner schwere Brennspiegel von 5 Schuhen im Durchmesser gegossen, deren Wirkung kein Körper länger als eine Minute widerstehen soll. Ein von Tschirnhausen, *act. erud. Lips.* 1687. p. 42. nicht, wie die Villetschen, aus Metallen gegossener, sondern aus einer ungefehr zween Messerrücken dicken Kupferplatte geschlagener, drey leipziger Ellen im Durchmesser großer, also im Verhältnisse seiner Größe sehr leichter, und wohlpolirter Brennspiegel, welcher dermal in dem kurf. mathem. Sale zu Dresden ist, möchte wohl bequemer und besser seyn. — Allerley merkwürdige Brennspiegel s. in Priestleys Geschichte der Optik. Leipz. 1776.

wenn sie dergestalt in Winkeln zusammengefügt werden, daß sie auf einen Punkt reflektiren. Jacquier *phyſ. part.* ſ. 2. meldet von einem solchen aus 168 ebenen zusammengesetzten Spiegel, womit man Holz in einer Entfernung von 200 Schuhen anzünden konnte; er setzt noch hinzu, daß dieses die Erzählung von dem Spiegel einiger maßen glaubwürdig mache, mit welchem Archimedes die römische Flotte, die Syrakus belagerte, soll in Brand gesteckt haben. Denn die sphärischen oder parabolischen Hohlspiegel können keine so große Brennweite haben, daß es glaublich sey, Archimedes habe damit die Flotte angezündet. *

3) Die

* Was Zonaras, ein Schriftsteller des zwölften Jahrhunderts, von Archimedes, das erzählt er auch von Proklus, daß er im J. 514. die Flotte des Vitalians vor Constantinopel durch einen Brennspiegel angezündet habe. Kircherus, *ars magna lucis et umbrae*, *Romae* 1646. p. 888. suchte die Wahrscheinlichkeit solcher Wirkungen durch Versuche zu prüfen, indem er mehrere Planspiegel dergestalten mit einander vereinigte, daß sie die Stralen auf einen über 100 Schuhe entfernten Ort zusammen warfen, und eine große Hitze verursachten. Graf Büffon hat diesen Gedanken in den neuern Zeiten glücklicher ausgeführt, (s. oben Mem. de Paris, l. c.) da er Holz auf 200 Schuhe entzündete; Zinn auf 150, Bley auf 130, Silber auf 60 Sch. schmelzte. — J. A. Segner, diſſert. de ſpeculis archimedis. Jenae 1722. — Recherches de catoptrique ſur la comparaiſon de miroirs plans et de miroirs ſphériques à des diſtances quelconques, par M. le Marquis de Courtivron. *Mem. de l'acad. roy. des ſc.* 1747. p. 449 — Oetinger, diſp. de ſpeculo Archimedis, praeſ. Bülfinger. Tub. 1725.

3) Die erhabenen Gläser, Linsengläser, lassen zwar die Sonnenstralen durch, verändern aber so ihre Richtung, daß sie in einer Entfernung hinter dem Glase in einen Brennpunkt zusammenlaufen. Merkwürdig ist das Tschirnhausensche Brennglas, welches 48 Zolle im Durchmesser hat. Durch dasselbe bricht das härteste, auch mit Wasser befeuchtete Holz im Augenblicke in Flammen aus; Wasser fängt gleich an zu sieden; Bimsensteine u. a. m. werden alsobald glühend, und leicht verglaset. Horvath phys. partic. diss. 3. c. 1. §. 2. de generatione ignis.

§. III.

* Von Tschirnhausen sind noch in Paris zwey Brenngläser von 33 Zoll im Durchmesser, deren Wirkungen er ausführlich beschrieben hat, *act. erud. Lips.* 1691. p. 517. und 1697. p. 414. Weitere Versuche damit erzählen Homberg und Geoffroy, *Mem. de Paris* 1706. 707. 709. Cadet, Brisson, Macquer, Lavoisier ließen 1774 ein neues Brennglas verfertigen, welches aus zwoen nach einer Kugelfläche von 8 Sch. Halbmesser gekrümmten Gläsern zusammengesetzt, einen Linsenförmigen leeren Raum in sich hat, der 48 Zolle im Durchmesser und in der Mitte 6 Zoll 5 Lin. weit, und mit Terpentinöle angefüllt ist. Diese Glaslinse hat vor den Tschirnhausenschen massiven Gläsern, welche allzuviel Blasen und Streifen haben, große Vorzüge. s. *Mem. de Paris* 1774. Macquer, chym. Wörterbuch. Brisson, dictionn. raisonné de phys. Die beyden in dem hiesigen phys. Experimentensale befindlichen Brenngläser haben 29 par. Zoll im Durchmesser, 5 in der Dicke.

§. 111.

Erfahr. 1) Wenn ein brennender Körper z. B. eine Wachskerze unter einen Rezipient gesetzt wird, daß die darunter enthaltene Luft mit der äußern keine Gemeinschaft hat: so wird derselbe nach einer kurzen Zeit erlöschen.

2) Noch geschwinder geht die Flamme aus, wenn sie in unterschiedliche Dämpfe, z. B. in solche, welche durch die Gährung der Körper oder aus der Auflösung der Kalkerde durch Vitriolöl entstehen, eingetaucht wird. *

3) Wenn eine Flamme unter den Rezipient gebracht, und die Luft ausgezogen wird: wird sie alsobald matt, und erlöschet endlich gänzlich.

Erklär. Daß ein brennbarer Körper brenne, und zu brennen fortfahre, ist nöthig, daß immer neue Feuertheilchen in dem brennenden Körper befreyt werden, da indessen die schon befreyten davon fliegen. Er wird hingegen ausgelöscht, wenn keine neue Feuertheilchen aufgelöst werden, die Flamme zu unterhalten.

Da nun 1) die Luft unter dem verschlossenen Rezipient immer mehr und mehr, und endlich so viele Feuertheilchen, welche noch mit andern heterogenen Theilchen vermengt sind, in sich aufnimmt, als sie in der Größe ihrer Masse aufzunehmen vermag: so geht auch immer weniger Feuer aus dem brennenden Körper heraus, und folglich wird auch weniger aufgelöst,

* Z. B. die sogenannte fixe Luft, kochsalzsaure Luft, vitriolsaure Luft, Salpeterluft 2c.

gelöst, bis endlich nach und nach der brennende Körper erlöscht, indem keine neue Flamme entstehen kann, wenn nicht die schon gebildete verschwindet. 2) Wenn der Rezipient statt der Luft mit Dämpfen angefüllt ist: so lassen entweder diese die Flamme nicht in sich, oder sie nehmen alsobald so viel Feuertheile auf, als ihnen anhangen können. Daher können keine neue Feuertheile aus der Kerze z. B. nachfolgen; deswegen werden auch keine neue aufgelöst, und also muß die Flamme ersticken, nicht anders, als wenn sie mit Wasser, Asche, Sande, Staube oder einem andern nicht brennbaren Körper, welcher die Flamme gar nicht oder sehr schnell aufnimmt, bedeckt würde. 3) Je mehr die Luft, durch das Auspumpen unter dem Rezipient, verdünnt wird, desto weniger Feuer kann sich an sie anhängen, und desto weniger kann in solchen Umständen von neuem frey gemacht werden. Deswegen wird die Flamme anfänglich schwach; und, wie der Körper nach und nach vermindert wird, welcher die Flamme in sich aufnehmen soll, in dem nämlichen Maße muß diese abnehmen, und endlich gar erlöschen.*

VIII. Arti-

* S. oben die Note S. 108. — Kaum ist eine Materie in der Physik, über welche soviel verschiedenes und mannigfaltig widersprechendes ist geschrieben worden, als über das Feuer. Zum Beyspiele dienen folgende so wohl alte, als neue Schriften. — Bacon, de forma calidi. *opp. Amstelod.* 1653. — Marivez und Gouffier, physique du monde. — Boerhave, de igne. *elem. chem.* t. I.

VIII. Artikel.

Kälte und Eis.

§. 112.

Erfahr. 1. Man vermische in einem Gefäße Schnee oder gestoßenes Eis mit gemeinem Kochsalze oder Salmiak. Auf diese Mischung stelle man ein Gefäß mit etwas Wasser. Sobald die Mischung aus Salze

t. 1. p. 116. — Euler, differt. de igne. P. Lozeran de Fiefc, difcours fur la propagation du feu. Le Comte de Crequy, explication de la nature du feu. Drey Preisschriften im *Récueil des pieces de prix de l'acad. roy.* 1738. — G. E. Stahlii experimenta, obfervationes et animadverf. *Berol.* 1731. §. 81. — Des Cartes, *princ. philof.* p. 4. §. 80. fq. — Newton, *opt. lat. redd. S. Clarke* p. 294. qq. 8. 9. 10. — Nollet, Vorlesf. 13. 14. Th. 4. — Muffchenbroek, *introd. ad phil. nat.* t. 2. §§. 1645. 1655. — Gren, obferv. et experim. circa genefin aeris fixi et phlogifticati. Halae 1786. Ebend. systematisches Handbuch der gesammten Chemie. Halle 1787. 1. B. §. 312. — Differtation fur la nature et la propagation du feu. Paris 1744. — Herbert. diff. de igne. Viennae 1773. — Decouvertes de M. Marat, fur le feu. Paris 1779. Uebers. mit Anmerkungen von C. E. Weigel. Leipz. 1783. Ebend. Recherches, fur le feu. Paris 1780. — J. F. Mayer, chemische Versuche zur nähern Erkenntniß des ungelöschten Kalkes. Hann. und Leipz. 1770. Kap. 23. — Becher, phyfica fubterranea. Francof. 1669. Oedipus chemicus. ibid. 1705. — Macquer,

Salze und Schnee aufgelöst wird, verwandelt sich das Wasser in Eis. Wenn dieser Versuch im Sommer angestellt wird, oder in einem warmen Zimmer, wo die Mischung geschwinder schmilzt: so wird auch das

Macquer, chymisches Wörterbuch mit Anmerk. und Zusätzen von D. J. G. Leonhardi. Leipz. 1781-85. Art. Feuer, Flamme. — Pott, Lithogeognosie. 1. Th. S. 66. 70. von Licht und Feuer. — Weigel, Grundriß der reinen und angewandten Chemie. Greifsw. 1777. — Wallerius, de materiali differentia luminis et ignis. *Disp. acad. fasc.* 1. n. 8. *Holm.* & *Lips.* 1780. — Baume, Experimentalchemie. 1. Th. S. 132. ꝛc. — C. W. Scheele, chemische Abhandlung von Luft und Feuer. Upsal und Leipz. 1777. — Lavoisier, memoire sur la combustion. *Mem. de l'acad. roy. des sc. Par.* 1777. Lavoisier et de la Place, sur la Chaleur. 1780. Uebers. von Weigel, Greifsw. 1783. S. 170. B. 3. u. 1785. B. 3. S. 292. ꝛc. — Lambert, Pyrometrie. Berl. 1779. — Krafft, *praelect.* p. 1. c. 14. — Hauser, *phys. part.* t. 5. p. 2. 5. — J. B. Bikker, diss. de igne. Ultraj. 1765. — N. H. Marne, über Feuer, Licht und Wärme. Berl. und Leipz. 1787. eine Pasquille über Crawfords Theorie. — Adair Crawfords Versuche und Beobachtungen über die thierische Wärme und die Entzündung, mit W. Morgans Erinnerungen gegen dieselben. Leipz. 1785. — Eduard Fryer, dissertatio de vita animantium et vegetantium. Lugd. Bat. 1785. macht auch starke Zweifel gegen Crawfords Theorie.

Die große Verschiedenheit der Meinungen, wie aus den angeführten Schriften zu ersehen ist, hat ihren Grund darinn, daß eine Ursache angegeben wird, die wir nie an sich selbst erkennen, sondern blos aus ihren Wirkungen beurtheilen. Alles bezieht sich auf Vorstellungen

das Wasser ehender in Eis übergehen, als im Winter, oder in einem nicht so warmen Zimmer. An einem geheizten Ofen geht der Versuch ehender von statten, als weiter davon entfernt.

2) Pr. Braun hat zu Petersburg 1759 eine so starke Kälte durch die Kunst hervorgebracht, daß das Queck-

lungen und Schlüsse, welche auf verschiedene Erscheinungen und Erfahrungen gebaut sind, deren einige mehr, andere weniger unsere Wißbegierde befriedigen, keine aber bis jetzt noch einen sichern Lehrsatz über die Natur des Feuers verschafft hat. Berühmte Naturforscher betrachteten, und betrachten jezt noch das Feuer für einen blosen Zustand der Körper, oder für eine gewisse Modifikation der bewegten feinsten Theile. Andere, die meisten, nehmen zwar ein besonderes Feuerwesen, als eine eigene Substanz, an; erklären sich aber verschiedentlich über die Beschaffenheit und die Verhältnisse derselben gegen andere Stoffe. Sehr viele, und mit diesen Bruchausen, halten das Phlogiston, oder was die Körper entzündlich und verbrennlich macht, für das Feuer selbst, welches bald in den Körpern versteckt und gebunden, bald durch die Auflösung frey gemacht, auf unterschiedliche Art und Weise die Erscheinungen der Wärme, Verdampfung, Schmelzung und Verbrennung der Körper bewirket. Andere hingegen geben das Phlogiston und das Feuee für zween entgegengesetzte Stoffe an. Bey vielen ist die Lichtmaterie und das Elementarfeuer eins und das nämliche. Nur das scheint gewiß zu seyn, daß das Feuer ein feines, flüßiges, höchstelastisches Wesen sey, welches alle Körper durchdringt, erwärmt, und als ein allgemeines Auflösungsmittel angesehen werden kann. s. Gehlers physik. Wörterbuch, Feuer, Flamme.

Quecksilber gefroren ist, welches auch bey der stärksten natürlichen Kälte, welche da zu seyn pflegt, flüßig bleibt. Die Methode, mit welcher er dieses bewirkte, ist folgende. Die natürliche Kälte der atmosphärischen Luft, in welcher der Versuch gemacht wurde, war damal ungefehr 32 Gr. Fahrenh. unter 0. Er nahm frisch gefallenen Schnee und rauchenden Salpetergeist, welche den nämlichen Grad der Kälte hatten. Mit diesem Schnee füllte er ein reines Glas, doch so, daß er ihn ein wenig zusammendruckte. Nachdem er das Thermometer hineingesetzt hatte, goß er nur einige Tropfen Salpetergeist auf den Schnee; und alsobald beobachtete er, daß es auf 100 Gr. gefallen sey. Als er hernach noch etwas mehr Salpetergeist darauf gegossen hat, fiel das Quecksilber auf 276 Gr. Nach diesem versetzte er das Thermometer in ein anderes mit Schnee gefülltes Glas; und bey diesem dritten Versuche ist das Quecksilber auf 352 Gr. gesunken, und auf diesem Punkte stehen geblieben. Er setzte hernach das Thermometer in die freye Luft, und etwa eine Viertelstunde gieng vorüber, bis das Quecksilber seine Flüßigkeit wieder erhalten hat. Als er nachgehends diesen Versuch mehrmal wiederholt, und das Kügelgen zerbrochen hatte; fand er, daß sich das Quecksilber hämmern, ausdehnen und schneiden ließ, da indessen die Mischung in keine feste Masse zusammengegangen, sondern nur ein weicher Brey verblieben ist. Nov. comm. Acad. petr. t. II.*

§. 113.

* J. A. Braun, dissert. de admirando frigore artificiali,

 quo

§. 113.

Diese Phänomene sind sehr schwer zu erklären; und nichts, was sonst darüber gesagt worden ist, konnte

quo mercurius est congelatus. *comm. petrop. nov.* vol. 11. p. 268. Ebend. dissertatio continens partim additamenta nova et supplementa ad dissertationem de congelatione mercurii, partim in alia corpora frigoris artificialis insignioris novos effectus. — S. C. Holmann, congelationis et frigoris artificialis memorabiliora quaedam phaenomena. *syll. comment.* p. 128. Andere Versuche, besonders den wahren Gefrierpunkt des Quecksilbers betreffend, daß dieser nicht unter — 39 Gr. Fahrenh. sey, machte Hutchins 1781 in Hudsonsbay. s. *philos. transact.* vol. 73. p. 2. mit Abhandlungen von Blagden und Cavendish. Die Versuche, welche Guthrie zu Petersburg angestellt hat, stimmen ziemlich damit überein. s. nouvelles experiences pour servir à determiner le vrai point de congelation du mercure &c. Petersb. 1785. Pallas hat schon 1772 im asiatischen Siberien durch die blos natürliche Kälte das Quecksilber im Thermometer und in einem offenen Gefäße gefrieren gesehen. Die Geschichte dieser und mehrerer Versuche und Beobachtungen ist von Blagden in den *philos. trans.* beschrieben, und deutsch in den Leipz. Samml. zur Physik und Naturgeschichte, 3. B. 3. 5. St. zu lesen.

Schon Rob. Boylé, historia experiment. de frigore. Lond. 1665. und New frigorific experiment &c. *philos. transact.* n. 15. hat zu allen Versuchen die künstliche Kälte betreffend den Grund gelegt. Nach den neuesten Versuchen (An account of experiments made by Mr. John M'Nabat Henley-house, Houdsonsbay relating to freezing mixtures by Henry Cavendish. Lond. 1786.)

soll

konnte mich befriedigen. Einige Naturforscher ruften zwar besondere kaltmachende Partikelchen zu Hilfe, aber

soll die Vitriolsäure mit Eis oder Schnee die größte Kälte machen; nach derselben der rauchende Salpetergeist, Scheidewasser, gemeines Kochsalz, Salpeter, Salmiak, reiner Salpeter. Wenn dem Schnee die konzentrirte Salpetersäure nach und nach beygemischt wird; so entsteht anfänglich eine Wärme, ehe die Kälte erfolgt. Dieses wird an der mit Wasser geschwächten Salpetersäure nicht beobachtet. Nebst den sauern, auch andere Spiritus, z. B. Salmiakgeist, Weingeist rc. schmelzen Eis und Schnee, und verursachen dabey eine künstliche Kälte. Wenn Laugensalze in Säuren aufgelöst werden, steigen zwar warme Dämpfe auf, in welchen das Thermometer etliche Grade steiget; wird es aber in die brausende Auflösung selbst gesetzt, so fällt es. Oele schmelzen zwar Eis und Schnee; weil sie sich aber damit nicht vermischen, erzeugen sie auch dabey keine neue Kälte. Kochsalz, Salpeter, Alaun, Salmiak u. d. gl. in Wasser aufgelöst machen dasselbe merklich kälter; und obgleich ein in diese Mischung hineingesetztes Thermometer, wenn das Wasser vorher schon kalt genug war, unter den Gefrierpunkt sinket: so gefriert doch diese Auflösung nicht; hingegen ein Gefäß mit reinem an sich schon kaltem Wasser hineingesetzt kann leicht zum Gefrieren gebracht werden. Gesalzenes Wasser gefriert insgemein nicht so geschwinde, als reines bey einerley Kälte. (Anwendung auf das Gefrieren des Meerwassers, welches sogar, nachdem es in Eis verwandelt ist, süß schmäckt, wie Forster bestättigt. s. Bemerkungen auf seiner Reise um die Welt, a. d. Engl. übers. von G. Forster, Leipz. 1783. S. 59.) Mehrere Versuche hierüber s. bey Geoffroy, *mem. de l'acad. des sc.* 1727-28. —

 Lister,

aber ihr Daseyn ist noch nicht erwiesen; und es ist daher eine blose Hypothese.* Ich erkundigte mich darüber um die Meinung des kurkölnischen H. G. Raths und Leibarztes C. L. Hoffmann, eines in der Natur-

Lister, *philos. trans.* n. 167. — De Reaumur, experiences sur les differents dégrés de froid, qu'on peut produire, en mêlant de la glace avec differents sels ou avec d'autres matiéres. *Mem. de l'acad. des sc.* 1734. p. 167. — Musschenbroek, experimenta circa glaciem. *Tentam. acad. del cim. cum additam.*

* Casatus, *tract. de igne, diss.* 4. Cabeus, *tr. de meteoris.* Ramazzini, *ephemerid. nat. cur. cent.* 1. 2. De la Hire, *memoires mathem. et phys.* Fontenelle und Billerez, *l'hist. de l'acad. roy.* 1710. 1712. Teichmeyer, *phys.* c. 9. Nieuwentyt, Weltbetrachtung. Tournefort, *voyage du levant. lettr.* 18. Richmann, *comm. petropolit. nov.* t. 1. und viele andere mehr haben in den Salzen eine besondere kaltmachende Materie angenommen. Beweise dafür oder vielmehr Muthmaßungen s. bey Musschenbroek, *instit. phys.* §. 984. sqq. und *tent. experiment. additam.* t. 1. p. 183. &c.

Von Entstehung der Kälte und dem Gefrieren s. ferner Erxlebens Anfangsgründe der Naturlehre mit Zusätzen von Lichtenberg. §§. 424. 431. 472. u. f. — Winkler, de causis frigoris et glaciei. Lips. 1737. — Mariotte, du chaud et du froid. *oeuvr.* t. 1. p. 183. — G. W. Krafft, de calore et frigore experimenta varia. *comm. petrop.* t. 14. p. 218. Wilke, über das Gefrieren des Wassers. Schwed. Abhandl. 31. B. — Mairan, sur la glace. Paris 1749. deutsch Leipz. 1752, worinn die Phänomene der Entstehung des Eises und seiner Eigenschaften sehr genau beschrieben werden.

Naturwissenschaft und Arzneigelehrtheit erfahrensten und berühmtesten Mannes,* der mir aus ganz besonderer Freundschaft und nach der tiefen Einsicht, mit welcher er die Geheimnisse der Natur ergründet, den Inhalt des folgenden §. in einem Briefe 1777 gefälligst mitgetheilt hat.

§. 114.

Lehrs. Die Kälte ist nichts positives, sondern besteht in der Abwesenheit der freyen Feuertheile.

Man bilde sich einen äußerst kalten Ort ein, und setze in denselben ein mit Naphta oder Alkohol gefülltes Thermometer, welches durch die Kälte, bey welcher Quecksilber gefriert, zwar zusammengezogen wird, aber doch noch flüßig bleibt. An diesem Orte wäre die Kälte so groß, daß noch keine dergleichen ist verspürt worden, und alle Körper, Alkohol, Luft und das freye Feuer ausgenommen, wären fest. Wenn in diesem Thermometer das Alkohol einen Grad steigt; so ist dieser Ort nicht mehr so kalt, als zuvor, sondern etwas wärmer; und man kann nicht zweifeln, daß soviel freyes Feuer in das Alkohol gekommen sey, als nothwendig ist, dasselbe um einen Grad auszudehnen. Steigt das Alkohol noch höher; so muß auch die Wärme an diesem Orte größer seyn; und es ist ebenfalls gewiß, daß mehrere freye Feuertheile in dasselbe eingegangen seyn. Folglich besteht diese große Kälte in der Abwesenheit der freyen Feuertheile.

Anmerk.

* Dermal kurfürstl. mainzischer geheimer Rath und Leibarzt.

Anmerk. Daß ein Körper ganz kalt sey, gilt es gleich, ob er gar kein Feuer in sich enthalte, oder ob alle Feuertheile, die zuvor frey waren, gebunden, und mit den übrigen Körpertheilen innigst vereiniget unwirksam gemacht werden.

Zus. 1. Die Kälte also, welche wir in unsern Gegenden erfahren, ist nur etwas relatives; und daraus, daß ein Körper, z. B. Eis, Schnee, die Petersburger Mischung eine außerordentliche Kälte verspüren läßt, können wir nicht schließen, daß gar kein Feuer oder nichts von Wärme in diesem Körper zugegen sey.

Zus. 2. Deswegen wenn der Grad der Kälte auch noch so groß ist; so besteht sie doch nur in einem geringern Grade der Wärme; dieser mag nun daher entstehen, daß eine gewisse Menge freyer Feuertheile aus einem Körper entfliehe, oder daß viele Feuertheile in demselben gebunden, verwickelt und mit andern heterogenen Theilen innigst vermischt unwirksam werden, oder daß beydes geschehe.

Zus. 3. Also auch die Kälte der Mischung (Vers. 1. 2.) entsteht daher, daß viele Feuertheile, die noch in großer Menge in dem kleingestoßenen Eise, Schnee, Salze und dem Salpetergeiste befindlich sind, zur Zeit der Auflösung aus der Mischung entweder entweichen, oder gebunden und unwirksam werden. Das erste kann nicht seyn. Denn wenn die Feuertheile zur Zeit der Auflösung aus der Mischung entwichen, so giengen sie (Vers. 1.) in das Gefäß mit Wasser; und dieses könnte auf solche Weise nicht in Eis verwandelt, sondern es müßte vielmehr wärmer und flüßiger

ger werden. Bey dem andern Versuche aber giengen die Feuertheile aus der Mischung theils in das Gefäß, theils in die Luft, theils in das Thermometer. Daß sich dieses nicht behaupten lasse, erhellt aus dem tiefen Fallen des Quecksilbers sowohl in dem Thermometer, welches in der Mischung versenkt ist, als in einem andern, welches über derselben in der Luft hängt.* Man muß vielmehr sagen, daß die Kälte daher entstehe, weil zur Zeit der Auflösung viele vorher befreyte Feuertheile an andere heterogene Theile sich anhängen, und dadurch gebunden und unwirksam werden. s. §. 91. Anmerk. 1. wo ein ähnliches Beyspiel angegeben ist, wie nämlich das Feuer bey einigen Auflösungen gebunden werden könne.

Zus. 4. Weil diese Kälte nur zur Zeit der Auflösung verursacht wird, und auch nur so lange anhält, als die Auflösung dauert; folglich die Feuertheile nur zu dieser Zeit gebunden werden: daraus ist begreiflich, warum das Eis (Vers. 1.) ehender entstehe, wenn die Mischung in einem warmen Zimmer oder nahe am Ofen steht. Denn bey solchen Umständen geschieht die Auflösung geschwinder.

Zus. 5. Es ist demnach überflüßig, daß man, die Phänomene der Kälte zu erklären, zu besondern kaltmachenden Partikelchen seine Zuflucht nehme, deren Daseyn noch nicht erwiesen, sondern eine blose Hypothese ist.

Zus. 6. Quecksilber und alle flüßige Körper haben ihre Flüßigkeit größtentheils dem Feuer zu verdanken,

* S. oben §. 112. Note.

danken, so zwar, daß sie ohne eine gewisse Menge Feuertheile in feste Körper verwandelt werden.

So viel uns die Erfahrung lehrt, ist Alkohol und die Luft noch nie durch die Kälte in einen festen Körper zusammengegangen. Indessen soll man wohl zweifeln, daß nicht auch dieses geschehen könne, wenn die Kälte stärker würde, als bisher beobachtet worden ist? Soviel ist gewiß, daß auch Alkohol, Luft und selbst das Feuer die Natur der festen Körper annehmen können. Die Theile des Alkohols, ehe es aus dem Bodensatze, caput mortuum, welcher nach Verfertigung des Liquor Anodynus zurückbleibt, durch chemische Bearbeitung ausgezogen wird, waren als feste Theile darinn enthalten. Wie viel Luft und Feuer in festen Körpern, deren Bestandtheile sie sind, verborgen liege, ist oben §. 94. und §. 28. bey der Theorie des Feuers und der Luft gezeigt worden, und wird noch in dem dritten Theile in der Physik, bey Abhandlung der Dämpfe, umständlicher gezeigt werden.

§. 115.

Wenn Salpetergeist auf Schnee gegossen wird, entsteht eine große Kälte, wie wir schon gesehen haben; wird aber der nämliche Geist in gehörigem Maße unter Wasser gemischt, so erfolgt hingegen eine merkliche Wärme. Warum dieses? In dem ersten Falle ist der Salpetergeist das Auflösungsmittel; er wird daher nicht aufgelößt, sondern durch die Auflösung des Schnees gesättigt. In dem andern Falle ist das Wasser das Menstruum, und der Salpetergeist der aufzulösende Körper, dessen brennbare Materie auf

die

die nämliche Weise aufgelöst wird, wie das Phlogiston des Kalkes durch das Wasser. Daß aber der Salpetergeist durch das Wasser aufgelöst werde, beweisen die Salpeterdämpfe, welche während der Auflösung aufsteigen. s. §. 96.

§. 116.

Erfahr. Man fülle drey gläserne Flaschen mit Wasser. Die erste A sey offen, so daß die Oberfläche des Wassers von der freyen Luft berührt werde; die zweyte B sey mit einem Stopfen verschlossen; in der dritten C sey die Oberfläche des Wassers mit Oel, Schwefel oder einer andern harzichten Materie bedeckt. Diese drey Gefäße stelle man im Winter an die freye Luft, d. das fahrenheitische Thermometer 32 Gr. oder etwas mehr unter o zeigt. Das Wasser im Gefäße A wird bald zu Eis gefrieren; da es in den Gefäßen B und C noch lange flüßig bleibt. Schüttelt man aber das Wasser in der Flasche B, so wird dieses alsobald in einen dicken Brey zusammengehen, und nicht lange hernach wahres Eis werden. Ein gleiches wird man beobachten, wenn in die Flasche C ein metallener Stift durch das Oel oder Harz in das Wasser gesteckt wird.

Erklär. Nicht alle Körper nehmen gleich geschwinde das Feuer in sich auf, und werden warm; eben so verlieren einige dasselbe langsamer, andere geschwinder, und erkalten. Glas, harzichte, schwefelichte, ölichte Körper, Seiden, Baumwolle, Schafwolle ꝛc. nehmen nicht so geschwinde eine gewisse Menge Feuer an, oder verlieren es wieder, als die

Metalle

Metalle, Halbmetalle, Wasser, die flüßigen Thier- und Pflanzentheile, (das Oel ausgenommen) welche geschwinder warm, aber auch wieder geschwinder kalt werden. Wenn also das Queckfilber in dem der freyen Luft ausgesetzten Thermometer zwischen dem 31 und 32 Gr. steht: so wird dem Wasser in dem offenen gläsernen Gefäße so viel Feuer von der daraufliegenden kalten Luft entzogen werden, daß es in Eis übergeht; da indessen das verschlossene Gefäß an der nämlichen Luft das Feuer länger behält, und dem darinn enthaltenen Wasser nicht soviel Feuertheile von den Wänden des Glases geraubt werden, als das Wasser in dem offenen Gefäße durch die Luft verliert; folglich wird es auch nicht so geschwinde in Eis verwandelt.

Gesetzt nun, die Wände des Glases verlören nach und nach so viel Feuer, daß sie bis auf den 32 Gr. erkalteten: so würde auch das Wasser, welches den Wänden des Glases am nächsten liegt, bald diesen Grad der Kälte annehmen, und gefrieren, wofern nicht aus dem innern Wasser, welches noch etwas wärmer ist, Feuertheile dahin übergiengen. Wenn aber das Wasser in der Flasche geschüttelt wird; so werden nicht nur die wärmern Theile mit den káltern, die schon zu gefrieren anfangen, vermischt, sondern sie kommen auch an die kältern Wände des Glases, und werden hiemit ihrer größern Wärme beraubt. Deswegen, weil nicht alle Wassertropfen zugleich und auf einmal den nämlichen Grad der Kälte erhalten, und gefrieren, wird das Wasser anfänglich breyartig und zähe, bis endlich nach Verlauf einer Zeit das ganze in Eis verwandelt wird. Wenn

Wenn die Oberfläche des Wassers in einem offenen Gefäße mit Oel, Schwefel, oder Harze bedeckt ist: so leisten diese Körper in Rücksicht auf den Uebergang des Feuers in die Luft die nämliche Wirkung, wie das Glas. Wird aber durch die Oel- Schwefel- oder Harzdecke ein metallener Stift gesteckt, welcher sein Feuer schon in der Luft verloren hat, so dient dieser als ein Ableiter, durch welchen das Feuer aus dem Wasser ebenfalls in die Luft abgeht. Deswegen wird das Wasser, welches an dem Stifte zunächst steht, vor anderm gefrieren.

§. 117.

Erfahr. Alle sowohl feste, als flüßige Körper (die flüßigen gewiß, ehe sie in Eis übergehen) werden durch die Kälte zusammengezogen, und in einen engern Raum gebracht.*

Diese

* Gefrieren und Gestehen flüßiger Körper ist überhaupt ein und das nämliche Phänomen, eine Folge der verhältmäßig abnehmenden Wärme, dem Zustande der Schmelzung entgegengesetzt; obschon man nur das Festwerden durch Erkältung alsdenn ein Gefrieren zu nennen pflegt, wenn es das Wasser u. a. Flüßigkeiten betrifft, welche bey der gewöhnlichen Temperatur der Atmosphäre in keinen festen Zustand übergehen. Da hingegen Fett, Wachs, Schwefel, Metalle u. a. m. erst bey einer größern Wärme als die gewöhnliche Sommerwärme unsers Luftkreises ist, schmelzen, und schon bey einem geringern Verluste der Wärme gestehen, und fest werden.

Diese Zusammenziehung entsteht 1) von dem Abgange des Feuers, wodurch zuvor der Raum des Körpers ausgedehnet war; (§§. 68. 69.) und 2) von der eigenen Schnellkraft des Körpers, wodurch die Theile unter sich wieder zusammengehen, nachdem die ausdehnende Kraft zu wirken aufhört.

§. 118.

Erfahr. Wasser in Eis verwandelt, wird in einen größern Raum ausgedehnt, und zwar mit solcher Gewalt, daß die Gefäße, in welchen es eingeschlossen ist, davon zerspringen.

Zus. Daher geschieht es, daß oft in den nördlichen Gegenden die härtesten Bäume von den darinn gefrornen Säften mit einem starken Knalle gespalten werden; daß die Wasserleitungen in dem Winter zerplatzen;

Alle Körper ändern beym Gefrieren und beym Gestehen nach der Schmelzung schnell und stark ihren Raum; und ein jeder hat in diesem Zustande eine besondere ihm eigene Temperatur. Eisen, Spießglas, Schwefel und vorzüglich das Wasser erscheinen zwar bey und nach dem Uebergange in den festen Zustand unter einem größern Raume; damit aber der 117 §. dem 118 §. nicht zu widersprechen scheine: so muß man denken, daß die einzelnen Bestandtheile eines Körpers zur nämlichen Zeit in einen kleinern Raum zusammengehen können, wo zugleich der ganze Körper in einen größern ausgedehnt wird. — Vom Eisen s. *Mem. de l'acad. roy. des sc.* 1726. *p.* 273. par M. de Reaumur, que le fer est de tous les méteaux celui qui se moule le plus parfaitement, et quelle en est la cause.

platzen; daß die Gebäude, welche in dem spaten Herbste aufgerichtet und nicht genug ausgetrocknet sind, sich spalten; das Pflaster auf den Straßen sich aufhebt. ꝛc.

Zus. 2. Wasser zu Eis gefroren ist spezifisch leichter, als flüßiges Wasser. Es ist daher kein Wunder, daß es auf dem Wasser schwimme. Seine spezifische Schwere ist zu Wasser ungefehr = 8 : 9.

§. 119.

Lehrs. Daß das Wasser beym Gefrieren einen größern Raum einnimmt, wird von der ausdehnenden Kraft der Luft verursacht.

Weil durch die Kälte alle Körper zusammengezogen werden, so wird anfänglich die oberste Fläche des Wassers, worauf die kalte Luft liegt, mehr als die darunter liegende Wasserschichte, zusammengepreßt. Dadurch geschieht es, daß viele Luftbläschen, welche darinn zusammengedrungen stecken, gegen das unten liegende Wasser ausgepreßt, und in größere Bläschen vereinigt werden. Diese freygemachten und vereinigten Luftbläschen suchen sich vermöge ihrer Schnellkraft auszudehnen, und treiben hiemit die oberste Eiskruste ein wenig aufwärts, wodurch der Raum schon etwas vergrößert wird. Da es auf solche Weise mit der zweyten, dritten, und allen übrigen Wasserlagen zugeht, bis die ganze Masse in Eis verwandelt ist: so ist leicht begreiflich, wie das Wasser bey dem Gefrieren einen größern Raum einnehme. Diese Erklärung bestättiget der Wolffische Versuch, wo das Wasser in einem offenen Gefäße vom Boden an aufwärts zum Gefrieren ist gebracht worden, ohne daß

es einen merklich größern Raum eingenommen hat. Nämlich in diesem Falle fand die Luft durch die obern noch nicht gefrornen Wasserschichten ihren Ausgang.

Anmerk. 1. Daß die Luft, wenn die im Eise versteckten Bläschen mit einer Nadel durchstochen werden, nicht mit einem Geräusche ausbrechen, kömmt daher, weil sie schon hinlänglich in den Bläschen ausgedehnt ist.

Anmerk. 2. Dem obigen Lehrsatze widerspricht auch die Erfahrung nicht, daß schier die nämliche Ausdehnungskraft in dem gefrierenden Wasser beobachtet werde, welches unter dem Rezipient von der Luft ist gereinigt worden. Denn gewiß nicht der größte Theil der Luft wird durch die Luftpumpe aus dem Wasser gezogen, wie die chemischen Versuche beweisen, welche mit solchem Wasser angestellt werden. Es ist auch noch nicht durch Versuche erwiesen, daß die Ausdehnungskraft in solchem Wasser, da es gefriert, eben so stark sey, als bey anderm Wasser, welches nicht von der Luft ist befreyet worden.*

Anmerk. 3. Einige Naturforscher wollen deßwegen die Ausdehnung des Eises der eingeschlossenen Luft nicht zuschreiben, weil, wenn der Luft so große Ausdehnungskraft zugeeignet würde, es auch nothwendig wäre, daß die gefrierenden Wassertheile gleiche Kräfte besäßen, welche im Stande wären die Luft zusammen zu halten und zusammen zu pressen. Es ist aber hier zu bemer-

* S. Lichtenbergs Anmerkung zur Erxlebens Naturl. §. 426. von Wasser, welches im luftleeren Raume gefroren ist.

bemerken, daß die Luft sich nicht erst ausdehne nach dem Gefrieren, sondern entweder unmittelbar vor demselben, oder da wirklich das Wasser zu gefrieren anfängt.

§. 120.

Erfahr. Wenn flüßige Körper sich in Eis verwandeln, geschieht es gar oft, daß unterschiedliche Theile, aus welchen der flüßige Körper zusammen gemischt war, getrennt und abgesondert werden. Zum Beyspiele dient der Wein, von welchem, wenn man ihn gefrieren läßt, das wässerichte Wesen sich scheidet, so daß der edlere Weingeist gegen die Mitte sich zusammenzieht, und flüßig bleibt, da das Wässerichte zu Eis gefriert.

Weil überhaupt der Weingeist bey der Kälte, in welcher das Wasser gefriert, noch flüßig bleibt; so ist kein Wunder, daß die wässerichten Feuchtigkeiten in dem Weine ehender gefrieren, und bey dieser Zusammenziehung die geistigen Theile ausstoßen. Diese werden aber gegen die Mitte des Gefäßes zusammengetrieben, weil bey entstehender Käite die äußern Theile der Körper ehender ihr Feuer verlieren, als die innern. Deswegen fängt auch der Wein im Fasse ringsherum von außen her zu gefrieren an; und so geht es hernach weiter gegen die Mitte zu.

§. 121.

Die Glieder des menschlichen Körpers erstarren zuweilen von der heftigen, lange anhaltenden Kälte, indem die innern Säfte gefrieren. Das sicherste Mittel

gegen dieses Uebel ist folgendes. Das erfrorne Glied, z. B. der Arm, wird in kaltes Wasser gesteckt; worauf es alsobald mit Eis überzogen wird, weil die Feuertheilchen aus dem kalten Wasser in das kältere Glied übergehen, und also das Wasser, welches dasselbe zunächst umgiebt, zu Eis wird; da indessen das erfrorne Glied dadurch in etwas erwärmt wird. Nach einer kurzen Zeit schmilzt das Eis wieder von der Wärme, welche aus der Luft in dasselbe übergeht. Dadurch wird auch das Glied nach und nach wärmer, und die gefrornen Säfte thauen allmälig wieder auf. Nach diesem Verfahren wird der Mensch in ein ungewärmtes Bett gelegt, damit er langsam und stufenweise mehr und mehr erwärmt werde. Hingegen wenn das erfrorne Glied gähling erwärmt wird, bekömmt es leicht den Brand. Die Ursache ist diese. Bey der schnellen und zu großen Wärme erfolgt eine schnelle Auflösung der gefrornen Säfte, und zwar wegen der großen Menge der häufig und zu geschwinde eindringenden Feuertheile eine solche Auflösung, daß auch die Bestandtheile der Säfte voneinander getrennt und abgesondert werden. Daher entsteht der Brand oder eine Fäulung. Wenn aber auf die oben angegebene Art das erfrorne Glied langsam erwärmt wird, und die Säfte nach und nach sich auflösen: so ist die auflösende Kraft schwächer, als der Zusammenhang der Bestandtheile der Säfte; und es erfolgt also eine Auflösung ohne Trennung derselben. Aus der nämlichen Ursache verlieren die Erd- und Baumfrüchte ihren vorigen Geschmack, und faulen geschwinde, wenn sie gefroren zu schnell wieder aufthauen.

Das

Das Licht und die Farben.

I. Artikel.

Eigenschaften des Lichtes.

§. 122.

Erklär. 1) Das Licht, lumen, ist die Materie, wodurch uns die Körper sichtbar werden. 2) Leuchtende Körper, corpora lucentia, heißen diejenigen, welche ihr eigenes Licht haben, mittelst dessen sie von uns gesehen werden, z. B. die Sonne, die Flamme. 3) Diejenigen Körper, welche kein eigenes Licht haben; sondern nur durch fremdes Licht, welches sie in unsere Augen zurückwerfen, sichtbar sind, heißen erleuchtete Körper, illuminata. 4) Lichtstral, radius lucis, ist ein ungemein feiner, von dem leuchtenden oder erleuchteten Körper bis zum Auge gleich einer Linie dem Sinne nach ununterbrochen fortlaufender Strich des Lichtes.*

§. 123.

* Nebst der Sonne, den Fixsternen, dem irdischen Feuer giebt es noch viele andere leuchtende Körper, z. B. unterschiedliche Insekten, Muscheltbiere, faules Fleisch, besonders von Fischen, faules Holz, Phosphoren ꝛc. Bartholin. de luce animalium p. 148. Boyle, *phil. trans. nn.* 31. 89. Canton ebend. *vol.* 59. p. 446. Abhandl. aus den phil. Trans. Leipz. 1779. 1. Th. S. 228. 242. Martin, schwed. Abh. 23. B. 225. S. Auch erleuch=

§. 123.

Erfahr. 1) Man verschließe in einem Zimmer dem Lichte allen Eingang, eine kleine Oeffnung ausgenommen. Wenn das Sonnenlicht auf diese Oeffnung fällt; so sieht man, daß der Lichtstral in gerader Linie von der Oeffnung bis zu der gegenüberstehenden Wand sich erstrecke. 2) Dunkle Körper werfen einen Schatten nach sich, und zwar in geraden Linien von dem Rande derselben zu den Gränzen des Schattens.

Lehrs. Das Licht pflanzt sich durch einen homogenen Raum in gerader Linie fort.

Zus. 1. Man kann also in einem homogenen Raume nichts sehen, wovon sich keine gerade Linie bis zum Auge ziehen läßt.

Zus. 2. Dadurch unterscheidet sich das Licht von dem Schalle, der sich allenthalben hin zerstreuet. (§. 41.)

Anmerk. Daß ein Lichtstral, welcher durch eine kleine Oeffnung in ein finsteres Zimmer eingelassen wird,

erleuchtete, an sich dunkle Körper haben das Vermögen andere dunkle Körper zu erleuchten. Unterschiedliche dunkle Körper werden phosphoreszirend genannt, weil sie, nachdem sie erleuchtet waren, noch eine Zeit lang fortfahren im Dunkeln zu leuchten; dergleichen sind z. B. der bononische Stein, der balduinische und marggrafische Phosphorus ꝛc. s. J. B. Beccarii, de quamplurimis phosphoris nunc primum detectis commentarius. *Comment. bonon.* t. 2. p. 2. pag. 236. 232. it. p. 3. pag. 498.

wird, auch von denjenigen gesehen wird, die auf den Seiten stehen, kömmt daher, weil Lichtfäden von dem Strale abspringen, indem sie von verschiedenen in der Luft schwimmenden Körpertheilchen und von der Luft selbst reflektirt werden.

§. 124.

Erfahr. Ein leuchtender Punkt, z. B. an einer brennenden Fackel oder an der Sonne, kann an jedem Orte, woraus sich eine grade Linie auf den Punkt ziehen läßt, gesehen werden.

Lehrs. Das Licht verbreitet sich aus einem leuchtenden oder erleuchteten Punkte auf alle Seiten hin in geraden Linien.

Zus. 1. Dieser leuchtende Punkt kann als der Mittelpunkt einer Sphäre angesehen werden, deren Halbmesser die Lichtstralen sind.

Zus. 2. Je weiter sich die Lichtstralen von dem leuchtenden Körper entfernen; desto weiter gehen sie voneinander. *

Zus. 3. Daher wird ein dunkler Körper, wenn er einem leuchtenden entgegensteht, mehr erleuchtet, wenn er sich näher an demselben befindet, als wenn er weiter davon entfernt ist.

Zus. 4. Wenn ein dunkler Körper näher an dem leuch-

* Wie zu verstehen sey, daß Stralen, welche von einem weit entfernten stralenden Punkte auf eine Ebene abgeschickt werden, als parallel auffallend angesehen werden können?

leuchtenden steht; so wirft er einen größern Schatten nach sich, als wenn er weiter von demselben absteht.*

§. 125.

Lehrs. Die Stärke des Lichtes, welches von einem leuchtenden Punkte durch ein homogenes Mittelding sich verbreitet, nimmt ab, wie das Quadrat der Entfernungen zunimmt.

Man stelle sich eine erleuchtete in mehrere sphärische Oberflächen abgetheilte Sphäre vor, deren gemeinschaftlicher Mittelpunkt der leuchtende Punkt sey. Auf der nähern und kleinern Oberfläche wird eben so viel Licht seyn, als auf der größern und entferntern. Folglich ist die Dichtheit und Stärke des Lichtes im umgekehrten Verhältnisse der Oberflächen; diese aber sind gegen=

* Schatten ist eigentlich Beraubung des Lichts. Er entsteht, so oft ein dunkler undurchsichtiger Körper dem leuchtenden Körper im Wege steht, daß dieser sein Licht nicht weiter fortschicken kann. Größe, Gestalt und Lage des Schattens hängt eines Theils ab von der Größe, Gestalt, Lage und Entfernung so wohl des leuchtenden als auch des Schatten machenden Körpers; andern Theils auch von der Gestalt und Lage der Fläche, auf welche der Schatten fällt. Nacht, Finsterniß, Schatten sind an sich nach der jetzigen Verfassung einerley; und finden sich an allen Orten ein, wo das erschaffene Licht nicht hinkommen kann. Daß man aber dennoch die im Schatten stehenden Körper (das nämliche geschieht bey der Nacht) sehen kann, kömmt daher, weil sie anderswo her noch etwas Licht empfangen, nach dessen größerer oder kleinerer Menge der sogenannte Halbschatten stärker oder schwächer ist.

gegeneinander, wie die Quadraten der Halbmesser oder der Entfernungen. Dieses läßt sich auch durch Versuche erweisen. Denn wenn man z. B. eine Schrift bey einem Lichte in einer Entfernung von 5 Schuhen lesen kann: so werden in einer noch einmal so großen Entfernung vier dergleichen Lichter erfodert, das nämliche lesen zu können.*

§. 126.

Lehrs. Die Fortpflanzung des Lichtes geschieht nach und nach, propagatio successiva, jedoch sehr geschwinde.

Das

* Ueberhaupt kann man sagen, daß sich bey gleichen Oberflächen die Stärke der Erleuchtung, wie die Anzahl der leuchtenden Punkte, verhalte, welche auf eine Oberfläche fallen. Daher können schief auf eine bestimmte Fläche fallende Lichtstralen in einer geringern Entfernung weniger erleuchten, als andere, welche auf eine weiter entfernte, aber senkrecht entgegenstehende Fläche fallen. Je größer der Sinus des Neigungswinkels der Fläche gegen die Lichtstralen ist; desto stärker ist die Erleuchtung unter übrigens gleichen Umständen. — Anwendung auf unsere Winter- und Sommertage, u. s. m.

Wie die gesehene Helligkeit des leuchtenden Körpers von der Erleuchtung zu unterscheiden sey, zeigt Lamberti, photometria, Aug. Vind. 1780. Hievon s. ferner Bougueri, optice de diversis luminis gradibus dimetiendis, *lat. conversa* a J. Richtenburg. Viennae 1762. und Klügels Bemerkungen über die scheinbare oder relative, und die absolute oder wahre Helligkeit, in Priestleys Gesch. der Optik. S. 313.

Das erste beweisen die astronomischen Beobachtungen. Denn die Emersionen des innern Jupiters-Trabanten kommen uns ehender zu Gesichte, wenn die Erde in ihrer Laufbahne näher an dem Jupiter sich befindet. Dessen kann aber keine andere Ursache seyn, als weil das Licht einen kürzern Weg in einer kürzern Zeit durchläuft. 2) Daß die Geschwindigkeit des Lichtes erstaunlich groß sey, erhellet daraus, weil es ungefehr innerhalb 8 Minüten von der Sonne bis zu uns kömmt. Die Sonne aber ist von der Erde wenigstens 22000 Erdhalbmesser entfernt, deren jeder 860 deutsche Meilen enthält. *

§. 127.

** Vergebens sucht man die Geschwindigkeit des Lichtes durch Fackeln u. d. gl., welche man in verschiedenen Entfernungen von einander zu gleicher Zeit ausstellt, zu messen. s. Musschenbroek, *Tent. exper. acad. del Cim. p. 2. pag.* 183. Diese Entdeckung hat man Olof Römer, einem Dänen, zu verdanken, welcher gegen das Jahr 1675 mit Cassini mehrere Verfinsterungen der Jupiterstrabanten beobachtete. Weidler, *hist. astron.* p. 540. Nach Bradley, *phil. trans.* n. 485. braucht das Licht, bis es den Durchmesser der Erdbahne durchläuft, 16 Min. 15 Sek. und macht also in jeder Sekunde einen Weg von mehr als 40000 Meilen. Diese Geschwindigkeit ist mehr als 1500000mal größer, als die Geschwindigkeit einer Kanonenkugel, etwa 976000mal größer, als die des Schalls und 10313mal größer als jene, mit welcher sich die Erde um die Sonne bewegt. Eine andere weit größere Rechnung sieh bey Musschenbroek. Durch diese Beobachtung ist Des Cartes Hypothese, daß sich das Licht augenblicklich fortpflanze, vollkommen widerlegt.

§. 127.

Lehrs. Alles Licht pflanzt sich in einem homogenen Mitteldinge mit einer gleichartigen Bewegung fort.

1) Wenn das Mittelding unveränderlich bleibt; so ist keine Ursache da, warum die Bewegung soll verändert werden.

2) So oft das Licht aus einem und dem nämlichen Mitteldinge, z. B. aus der Luft auf ein und den nämlichen Körper z. B. auf ein gläsernes Prisma fällt, und gebrochen wird: zeigt sich allzeit eine und die nämliche Refraktion. Folglich geschieht der Uebergang aus einem homogenen Mitteldinge mit einer dem Sinne nach unveränderten Geschwindigkeit. Denn, wenn z. B. zween Lichtstralen mit verschiedener Geschwindigkeit auf ein und ebendasselbe Prisma fielen: so würde die brechende Kraft desselben auf den langsamern Stral länger wirken, als auf den geschwindern, hiemit auch bey jenem eine größere Brechung, als bey diesem verursachen.

§. 128.

Lehrs. Es ist eine und die nämliche Geschwindigkeit des Lichtes, es mag gerade aus der Sonne, oder von den Planeten zurückgeworfen, von den Fixsternen oder von unserm gemeinen Feuer herkommen.

Der Beweis ist aus der Erfahrung bekannt; weil bey übrigen gleichen Umständen die Brechung der Lichtstralen nicht verschieden ist, sie mögen gerade aus der Sonne, oder von den Planeten, von den Fixsternen oder von unserm gemeinen Feuer abgeschickt wer=

werden. Folglich haben alle gleiche Geschwindigkeit. (§. 127.)

Zus. Indem die Geschwindigkeit eines jeden Lichtes außerordentlich groß ist; so ist auch kein merklicher Zwischenraum zwischen dem Zeitpunkte, in welchem der Blitz z. B. ausbricht, und in welchem man ihn sieht. Daher kann man ganz genau die Zeit beobachten, innerhalb welcher der Schall aus einer Donnerwolke bis zu unsern Ohren gelanget; wenn wir nämlich die Sekunden zählen, welche zwischen dem gesehenen Blitze und dem darauf gehörten Donner vorbeygehen.*

§. 129.

Lehrsatz. Die Lichtstralen durchkreuzen sich ohne alle Verwirrung.

Denn obgleich durch die kleine Oeffnung eines verfinsterten Zimmers unendlich viele Lichtstralen von einem jeden erleuchteten Punkte eines außer dem Zimmer befindlichen Körpers eingehen; so verhindert doch keiner den andern; vielmehr stellt ein jeder den Punkt, von welchem er ausgegangen ist, auf einem gegenüberstehenden Punkte der Wand deutlich vor, dergestalten, daß nicht die mindeste Verwirrung dabey vorgeht.

§. 130.

Lehrs. Die Lichtstralen sind von einer unbegreiflichen Feinheit.

Wenn man ein Blatt Papier mit einer Nadel durchsticht: kann man durch dieses Löchgen alle Gegen-

* S. oben §. 40.

genstände der halben Himmelssphäre erblicken. Es muß also eine unbeschreibliche Menge Lichtstralen sowohl von den leuchtenden als erleuchteten Himmelskörpern durch diese kleine Oeffnung gehen. Man hat sogar berechnet, daß alle Stralen, welche in tausend Jahrhunderten aus der Sonne ausgehen, nicht so viel Masse ausmachen, als eine Wasserkugel von 1 Zolle im Durchmesser in sich enthält.*

§. 131.

Lehrs. Wenn ein Lichtstral auf einen Körper fällt, durch welchen er nicht gehen kann, oder von welchem er nicht verschlungen wird: so wird er dergestal-

* Diesen und den 129 §. zu erklären, muß man sich nicht vorstellen, als wenn das Licht in einem ununterbrochenen Strome fortliefe, obgleich bey dem Sehen nicht die mindeste Unterbrechung empfunden wird. Meint man nicht auch, eine im Kreise geschwungene glühende Kohle bilde einen ununterbrochenen leuchtenden Kreis? Und was ist diese Geschwindigkeit gegen jene des Lichtes? In Betracht dieser, wenn man annimmt, daß der Eindruck eines jeden Lichttheilchens auf das Auge nur 5 bis 6 Tertien daure: so läßt sich schließen, daß ein Theilchen von dem andern 5 Erdhalbmesser entfernt seyn könne, ohne daß uns ein Lichtstral unterbrochen scheine. Folglich können unendlich viele Lichtstralen, welche alle eine gleiche Geschwindigkeit haben, durch eine kleine Oeffnung aufeinander folgen, und sich von allen Seiten her ungehindert durchkreuzen. s. Segner, *program. de raritate luminis. Goett.* 1740. Melville, *Edinburgh essays. vol. 2. p.* 17. Canton, *philos. trans. vol.* 58. p. 344. Biwald, *inst. phys. t. 2. p. 3. s. 2. a.* 8.

gestalten reflektirt, daß der Reflexionswinkel dem Einfallswinkel gleich ist.

Dieser Satz ist aus der Erfahrung erwiesen; der Grundsatz der Katoptrik, welche zur angewandten Mathematik gehört.*

§. 132.

* Obschon die Lehrsätze (§§. 131. 132.) eigentlich in die angewandte Mathematik gehören; so sollte doch auch etwas davon in der Physik umständlicher, als man hier antrifft, vorgetragen werden, wenigstens Erzählungsweise und überhaupt soviel, als die Erfahrung lehrt, wenn gleichwohl die strengen Demonstrationen der Mathematik überlassen würden. Z. B. wie die Reflexion der Lichtstralen auf verschiedenen rauhen und glatten, ebenen und krummen, sphärischen, parabolischen, elliptischen, zylindrischen, konischen, entweder hohlen oder erhabenen Flächen geschehe; von Brechung derselben in verschiedentlich gestalteten durchsichtigen Körpern, und was dadurch verursacht werde; Anwendung auf die Einrichtung des Auges, wie das Sehen geschehe, was weit und kurzsichtige Augen seyn, wie wir die Gestalt, Größe, Entfernung, Bewegung der Körper sehen, u. s. m., wie dem Auge durch mancherley optische Werkzeuge geholfen werde, z. B. durch Brillen, Ferngläser, Mikroskope, Teleskope ꝛc. von besondern Phänomenen in dem finstern Zimmer, von dem Sonnenmikroskope, von der Zauberlaterne; von der Beugung der Lichtstralen.

Hierüber können nachgelesen werden, Erxleben, Naturl. 8 Abschn. — Biwald, *phyſ. part. p.* 3. *ſ.* 2. — Krafft, *prael. phyſ. p.* 3. *c.* 2. 3. 4. — Nollet, phyſ. Vorleſ. 5. Th. — Graveſande, *phyſ. elem. math.* t. 2. l. 5. — Hauſer, *elem. philoſ.* t. 7. p. 9. q. 2. — Henner, *experiment.* p. 2. c. 7. — Kircheri, ars magna lucis

§. 132.

Lehrs. Wenn ein Lichtstral aus einem lockerern Mitteldinge in ein dichteres schief übergeht; wird er gegen den Perpendikel gebrochen. Geht er aber aus einem dichtern Mitteldinge schief in ein lockereres; so weicht er von dem Perpendikel ab.

Dieser

cis & umbrae. Romae 1646. — Chr. Hugenii, dioptrica. *opp. rel. t.* 2. — Ren. Des Cartes dioptrica. *opp.* 2. *t.* — D. Gregorii, catoptricae et dioptricae elementa Oxon. 1697. — Kästner, Anfangsgr. der angew. Mathem. Optik, Katoptrick, Dioptrik. Gött. 1780. Vollständiger Lehrbegriff der Optik von R. Smith, a. d. Engl. mit Abänderungen und Zusätzen von A. G. Kästner. Altenb. 1755. — De la Caille, lectiones elementares opticae. Vindob. 1757. — J. Priestley, Geschichte und gegenwärtiger Zustand der Optik, a. d. Engl. mit Anmerk. und Zus. von G. S. Klügel. Leipz. 1776. 1. 2. Th. — G. S. Klügel, analytische Dioptrik. Leipz. 1778. — L. Euleri, dioptrica. Lips. 1771. — T. Mayer, experimenta circa visus aciem. *comm. soc. Goett.* t. 4. p. 120. — Jeze, Bemerkungen und Regeln vom Augenmaße. Leipz. Magaz. 1783. 1. St. — J. F. Häseler, Betrachtungen über das menschliche Auge. Hamb. 1771. — Baron von Gleichen, Abhandlung vom Sonnenmikroskop. Nürnb. 1781. — J. E. B. Wiedeburg, Beschreib. eines verbesserten Sonnenmikroskops. Nürnb. 1758. — L. Euler, emendatio laternae magicae ac microscopii solaris. *comm. petr. nov. t.* 3. *p.* 363. Ebend. *t.* 9. *p.* 316. emendatio microscopii solaris, auct. F. V. T. Aepino; und *t.* 10. *p.* 299. A. E. Zeiher, descriptio duplicis microscopii solaris apparatus objectis opacis adoptati. — L. Euler, régles générales pour la construction des telescopes et des microscopes. *Mem. de*

 l'acad.

Dieser Satz, der Grundsatz der Dioptrik, wovon eigentlich in der angewandten Mathematik gehandelt wird,

l'acad. roy. des sc. de Pr. 1757. *p.* 283. 1761. *p.* 191. 201. — S. Klingenstierna, über das Gesetz der Brechung der Lichtstralen von verschiedener Art, wenn sie durch ein durchsichtiges Mittel in verschiedene andere gehen. Schwed. Abh. 1754. S. 300. Ebendess. Tentamen de definiendis et corrigendis aberrationibus radiorum luminis in lentibus sphaericis refracti, et de perficiendo telescopio dioptrico. Diss. petrop, 1762. — R. J. Boschowich, Abhandl. von den verbesserten Fernröhren. Wien 1765. — Clairaut, mémoires sur le moyens de perfectionner les lunettes d'approche par l'usage d'objectifs composés de plusieurs matiéres differement refringentes. *Mem. de l'ac. roy. des sc.* 1756. p. 380-1757. p. 524. — J. E. Zeiher. progr. de novis dioptricae augmentis. Witteb. 1768. — Fuss, Anweisung alle Arten von Fernröhren auf das vollkommenste zu verfertigen, a. d. Franz. von G. S. Klügel. Leipz. 1778. — Von Mikrometern in Fernröhren s. Kästners Astronom. Abh. 1. B. 263. S. — An account of some experiments concerning the different refrangibility of light, by John Dollond. *phil. trans. vol.* 50. *p.* 2. pag. 733. — J. C. Hertel, richtige Anweisung reflektirende Telescopia zu verfertigen. Halle 1747. — Anweisung die beste Composition zu den metallenen Spiegeln der Teleskope zu machen, zu gießen, zu schleifen ꝛc. von J. Mudge, a. d. Engl. in den Leipz. Sammlungen zur Physik und Naturg. 1. B. 584. S. — J. Pringle, discourse on the invention and improvements of the reflecting telescope. Lond. 1778. — M. A. Hase, de refractionis ratione ope lentium et prismatum determinanda. Witteb. 1770.

wird, ist, wie der vorhergehende, aus der Erfahrung erwiesen. Denn wenn man in einem finstern Zimmer einen Lichtstral in einem Glase mit Wasser schief auffängt: so geht er nicht seinen geraden Weg, auf welchem er angekommen ist, fort; sondern er nähert sich etwas gegen den Perpendikel zu, welcher auf den Einfallspunkt gerichtet ist. Hingegen wenn dieser Stral wieder aus dem Wasser in die Luft übergeht: weicht er von dem Perpendikel ab. Daraus läßt sich erklären, warum z. B. eine auf den Boden eines Gefäßes gelegte Münze, welche man wegen des dazwischen stehenden Randes des Gefäßes nicht sehen kann, alsobald sichtbar werde, und höher erscheine, wenn Wasser hineingegossen wird.*

II. Artikel.

Natur des Lichtes.

§. 133.

Daß das Licht von der Bewegung eines körperlichen Wesens entstehe, läßt sich aus seinen Wirkungen schließen. Denn es erschüttert das Organ des Gesichtes, und verletzt es sogar bisweilen; es wird von entgegengesetzten Körpern zurückgeworfen; es erwär-

* Anwendung auf den Auf- und Niedergang der Sterne. s. 3. Th. §. 300.

erwärmet, entzündet, schmelzet. Indessen sind die Physiker in Bestimmung der Natur des Lichtes nicht einerley Meinung. Einige halten es mit Newton, und behaupten, daß das Licht eine von den leuchtenden Körpern in geraden Linien ausfließende höchst feine Materie sey. Andere nehmen mit Euler ein unermessenes Meer von Aether an, welcher allenthalben ausgebreitet, außerordentlich fein und elastisch sey. Diese ätherische Materie, denken sie, erhalte von den leuchtenden zitternden Körpern Schwingungen, welche bis zu dem Auge fortgepflanzt die Empfindung des Sehens erregen.*

§. 134.

* Die verschiedenen Meinungen der alten Weltweisen über das Licht erzählt Klügel in den Zusätzen zu Priestleys Geschichte der Optik S. 20 u. f. Du Hamel, astronomia physica. Par. 1660. und If. Vossius, de lucis natura et proprietate. Amstel. 1662. sahen mit den Scholastikern das Licht als etwas unkörperliches oder als eine blose Qualität der Körper an. Gassendi hingegen behauptete, daß das Licht ein körperliches Wesen sey, welches von der Oberfläche der Körper ausgehe, und dieselben sichtbar mache. Nach Des Cartes, *princ. phil.* p. 3. §. 35. &c. und *dioptrica* c. 1. §. 3. &c. ist der ganze Weltraum mit harten Kügelchen, dem Aether, seinem zweyten Elemente, angefüllt, welche wenn sie von den leuchtenden Körpern, dem ersten Elemente, gestoßen werden, so pflanzt sich dieser Stoß augenblicklich fort, wie bey einem Stabe, wo alle Theile zugleich bewegt werden, sobald der erste in Bewegung gesetzt wird. Die Widersprüche dieser Hypothese sind zu offenbar, als daß die spätern Kartesianer nicht sehr viel daran zu ver=

§. 134.

Lehrs. Newtons Lehre von dem Lichte scheint Annehmungs werther, als die Eulerische zu seyn.

Denn 1) die Lichtstralen werden in geraden Linien fortgepflanzt, welches in der eulerischen Hypo=
these

verbessern gefunden hätten. Sieh Malebranche, *mem. de l'acad. des sc. de Par.* 1699. p. 32. von den kleinen elastischen flüßigen Wirbeln; und Huygens Traité de la lumiére. Leide 1690. von den wellenförmigen Schwingungen; und neuerdings P. Bertier, *principes physiques*, t. 3. Par. 1764. vorzüglich Euler, nova theoria lucis et colorum, *opp. var.* Berol. 1746. und Briefe an eine deutsche Prinzessinn. t. 1. Br. 17-31. — Newtons Meinung ist unter dem Namen des Emanationssystems bekannt. Obschon er in seiner Optik, (optice, sive de reflexionibus, refractionibus, inflexionibus et coloribus lucis LL. 3. auct. Is. Newtono, lat. redd. E. Clarke, Lond. 1706.) nur die Erscheinungen und Gesetze des Lichtes mathematisch zu untersuchen scheint; so läßt sich doch deutlich schließen, daß er das Licht, als eine aus den leuchtenden Körpern ausströmende Materie ansah, welche von andern Körpern angezogen würde. Hierüber verdienen nachgelesen zu werden, Priestleys Geschichte der Optik; Marat, decouvertes sur la lumiére, übers. von Weigel, Leipz. 1783. Biwald, *phys. part.* p. 3. s. 2. Musschenbroek, *instit. phys.* c. 28. &c. Boscowich; *diss. de lumine.* Vindob. 1766. Gravesande, *phys. elem. math.* t. 2. l. 5. Krafft, *prael. phys.* p. 3. c. 2. — Von den Mitteln, zwischen dem eulerischen und newtonischen Systeme durch Erfahrungen zu entscheiden, handelt Beguelin, *Nouv. mem. de l'acad. roy. des sc. de Prusse.* 1773. p. 152. Einwendungen dagegen s. in der allg. deutsch. Biblioth. 26. B. 18. S.

these nicht geschehen könnte. (§. 123.) Einer elastischen flüßigen Materie kann nicht einer Seits eine Bewegung eingedruckt werden, ohne daß sich diese allenthalben hin verbreite, wie wir an der von einem schallenden Körper bewegten Luft erfahren. Daher, wenn ein Lichtstral durch eine Oeffnung in ein finsteres Zimmer eingelassen würde, gienge er nicht den geraden Weg fort; sondern zerstreuete sich allerwärts, wie der durch eine solche Oeffnung eindringende Schall auf alle Seiten des Zimmers sich verbreitet. Ferner läßt sich nach der eulerischen Hypothese nicht wohl erklären, wie dunkle Körper einen Schatten hinter sich werfen können. Denn, da der Aether, welcher außerordentlich elastisch angegeben wird, an den Seiten des dunkeln Körpers bewegt wird: so ist schwer zu begreifen, warum diese Bewegung nicht auch demjenigen Theile der ätherischen Materie mitgetheilt werden solle, welche sich hinter dem dunkeln Körper befindet.

2) Die Geschwindigkeit des Sonnenlichtes ist von jener der Fixsterne nicht unterschieden. (§. 128.) Daraus folget, daß der Aether, welcher zwischen der Sonne und den Fixsternen liegt, eben so dicht und elastisch sey, als derjenige, welcher zwischen der Sonne und der Erde ist. (§.127.) Dieses läßt sich aber nicht behaupten, wenn man nicht etwa voraussetzt, daß die Körperwelt mit einer festen und undurchdringlichen Wand begränzt sey, wodurch der Aether so eingeschränkt wäre, wie z. B. die in einer gläsernen Kugel eingeschlossene Luft an allen Seiten verhindert wird, daß sie sich nicht in einen größern Raum ausdehnen könne. Hin-

Hingegen streiten für die newtonische Lehre folgende Gründe.

1) Gehen wirklich aus den leuchtenden Körpern dergleichen Ausflüsse. Denn weil dieselben die heftigsten innerlichen Bewegungen haben, welches vorzüglich von der Sonne, einem feurigen Körper, gesagt werden kann: so ist es kein Wunder, daß unendlich viele auf das feinste aufgelöste Theilchen allenthalben hin unaufhörlich von ihr ausströmen.

2) Das Licht macht die nämlichen Wirkungen, wie die Feuertheilchen. Denn so oft die Lichtstralen entweder gebrochen, oder zurückgeworfen in größerer Menge gesammelt werden; dehnen sie, wie das Feuer die Körper aus, erwärmen, lösen auf, entzünden, u. s. m. Auch das sichtbare Feuer, wo es immer ausbricht, verursacht in unserm Auge ebendieselbe Empfindung, wie das Licht. Aehnliche oder gleiche Wirkungen haben ähnliche oder gleiche Ursachen.

3) Alle oben Art. I. angeführte Eigenschaften des Lichtes lassen sich nach der newtonischen Hypothese wohl erklären. Denn a) das Licht geht in einem homogenen Mitteldinge in geraden Linien fort, indem da nichts ist, was die Richtung der Stralen verändere. b) Es verbreitet sich nach und nach, und sehr geschwinde. Das eine erfodert die Natur jeder Bewegung; das andere ist eine Wirkung der innern heftigen Bewegung der leuchtenden Körper. c) Die außerordentliche Feinheit des Lichtes wird dadurch in etwas begreiflich gemacht, wenn man bedenket, wie riechende Körper oft lange Zeit große Räume mit den von ihnen ausgehenden riechbaren Theilchen anfüllen,

ohne daß sie einen merklichen Verlust an ihrer Masse erleiden.

4) Daß die Lichtstralen ohne Verwirrung durch eine kleine Oeffnung laufen, ist eine Folge ihrer Feinheit und der unendlichen leeren Räumchen, welche zwischen den einzelnen Theilchen sich befinden.*

5) Die Reflexion des Lichtes von einem Gegenstande, in den es nicht eindringen kann, ist der Elastizität des Gegenstandes sowohl als des Lichtes selbst zuzuschreiben.**

III. Arti-

* S. oben 130. Anmerk.

** Die Einwürfe gegen das newtonische Emanationssystem sind hauptsächlich folgende. Man sagt, a) die Sonne müßte eine ungeheure Menge Lichtstralen unaufhörlich ausströmen, und dadurch erschöpft werden; dabey b) könne man nicht finden, wo alle diese Lichtstralen hinkämen, und blieben; ferner c) die vielfältigen von allen Seiten her einander durchkreuzenden Lichtstralen müßten in ihren Richtungen gestört und verwirrt werden; d) die Geschwindigkeit des Lichtes sey unbegreiflich, und dadurch e) müßten andere Körper, auf welche sie stoßen, verletzt, oder in ihrer Bewegung gehindert werden; endlich f) wären die durchsichtigen Körper nach allen Richtungen in geraden Linien durchbohrt, so daß kein Zusammenhang der Theile möglich wäre.

Auf diese Einwürfe läßt sich antworten. a) Obgleich die Sonne von ihren Bestandtheilen etwas verliert; so ist es doch in Ansehung der außerordentlichen Feinheit der Lichttheilchen (§. 130.) auch in langer Zeit unmerklich. Wenn die Sonne nur die Dichtheit des Wassers hätte;

III. Artikel.

Die Farben.

§. 135.

Beobachtungen. 1) Wenn einem Sonnenstrale durch eine kleine Oeffnung der Eingang in ein finsteres Zimmer gestattet wird, so daß er ungestört gerade auf eine entgegengesetzte weiße Wand fällt: bildet er darauf

hätte; so würde nach Priestleys Rechnung, Gesch. der Opt. S. 283. der Halbmesser derselbeu in 6000 Jahren nur um 10 Fuß verringert werden, angenommen, daß ein jeder Quadratfuß auf der Oberfläche der Sonne täglich zween Grane Masse verliere. Unendlich geringer ist der Verlust, wie ihn Boschowich berechnet. Dem sey, wie ihm wolle: kann dann der Verlust nicht auf mancherley Weise wieder ersetzt werden? Nur eins: wie das Sonnenlicht von einem Planeten auf den andern reflektirt wird; was hindert, daß es nicht wieder auf die Sonne zurückgeworfen, und von derselben angezogen werden könne? In diesem Falle wäre auch der Einwurf b) zum Theile gehoben. Zudem ist aus der Erfahrung, besonders durch chemische Versuche, bekannt, wie die Sonnenstralen von Körpern eingesaugt werden, und dieselben so mannigfaltig verändern. Der Einwurf c) ist schon in der Note §. 130. hinlänglich beantwortet. d) Die Geschwindigkeit des Lichtes ist gewiß unbegreiflich. Aber, entweder bewegt sich die Erde mit den Planeten um die Sonne, oder bewegt sich die Sonne mit den Fix=

darauf einen weißen lichten Kreis. Wird aber der Stral unterwegs vor der Wand mit einem gläsernen Prisma aufgefangen: so wird er gebrochen und erweitert, dergestalten, daß er jetzt in sieben Fäden gespalten in eben

Fixsternen täglich einmal um die Erde; von beyden geschieht wirklich eins; folglich, ist es auch möglich, obschon diese Geschwindigheit so großer Körper unsere Einbildungskraft übersteigt. Ist deswegen eine noch weit größere Geschwindigkeit unmöglich, weil wir sie nicht fassen können? Wenn man ferner sagte, ungeachtet dieser Geschwindigkeit brauchte das Licht mehr, als drey Jahre, bis es von den nächsten Fixsternen, ja sogar was noch unglaublicher, mehr als tausend Jahre, bis es von den entferntern zu uns käme; (vid. Biwald, *phys. part. edit.* 3. p. 170.) so bewiese dieses noch nichts gegen die Möglichkeit. So hätte man aber in den ersten Tagen und Jahren nach der Schöpfung keine Fixsterne gesehen? Wer weiß, ob man damal schon alle, oder wie viele man gesehen habe? Es ist gewiß, daß auch in den spätern Zeiten neue Sterne zum Vorscheine gekommen sind, welche zuvor nicht sind gesehen worden. Hat man schon in den ersten Zeiten nach der Schöpfung Fixsterne gesehen; so war in dieser Hypothese vom Lichte nothwendig, daß, als der Schöpfer die Sterne in ihre Ordnung gesetzt hat, er auch alsobald ihre Stralen allerwärts verbreitete. Daß e) bey der ungeheuren Geschwindigkeit des Lichtes die Körper, worauf es stößt, weder verletzt, weder in ihrer Bewegung gestört werden, beweiset Musschenbroek *instit. phys.* §. 1078. aus der unvergleichlichen Feinheit der Lichttheilchen. Boscowich sucht sogar aus der allzugroßen Geschwindigkeit des Lichtes gegen den obigen Einwurf zu beweisen, daß es durch seinen

eben so vielen besondern Farben an der entgegenstehenden Wand erscheinet. Die Ordnung der Farben von oben herab ist folgende: violetblau, indigblau, himmelblau, grün, gelb, pomeranzengelb, roth. Ein jeder dieser färbigen Lichtfäden hat seine besondere Brechbarkeit, so zwar, daß der rothe die kleinste, der violette die größte Refraktion erleidet. *

2) Wenn

seinen Stoß und Durchgang andere Körper aus ihrer Stelle nicht treiben könne. vid. *theor. vir.* und *differt. de lumine.* s. auch 1. Th. S. 5. Note. Endlich f) dient diese nämliche Geschwindigkeit, mit Rücksicht auf die verschiedenen Wirkungskreise des Anziehens und Zurückstoßens, die Durchsichtigkeit der Körper zu erklären. Nebst dem ist noch zu erwägen, daß bey dem Zusammenhange der Körper nur eine scheinbare Stetigkeit, continuitas physica, apparens, anzunehmen sey. (s. I. Th. §§. 32. 36.) Auch ist bekannt, daß es keine vollkommen durchsichtige Körper gebe; indem das Licht in seinem Durchgange allemal geschwächt wird. Die Lage der Poren ist niemal mathematisch geradlinigt; weder erklärt Newton die Durchsichtigkeit aus der geradlinigten Richtung der Poren. s. unten §§. 141. 142.

* Nach Newtons Versuchen, (s. Abhandl. aus den *phil. trans.* Leipz. 1779. 1. B.) ist das Verhältniß der Refraktion zwischen Glase und Luft folgendes:

Roth	— —	77 bis 77 1/8 : 50	
Orangegelb	— —	77 1/5	
Gelb	— —	77 1/3	
Grün	— —	77 1/2 : 50 =	31 : 20
Blau	— —	77 2/3	
Indigblau	— —	77 7/9	
Violet	—	77 7/9 bis 78	

Obschon

2) Wenn man dieses siebenfärbige Bild mit einem Linsenglase auffängt, und in dessen Brennpunkte auf einer weißen Tafel sammelt: so erscheint es wieder in Gestalt eines weißen hellen Kreises.

3) Wenn aber die Tafel, auf welcher das färbige Bild aufgenommen wird, so durchstochen ist, daß nur ein einziger Lichtfaden z. B. der rothe durchgehen kann; und diesem hernach noch ein oder mehrere Prismen, oder auch Linsengläser, entgegengesetzt werden: so bleibt dieser Faden beständig roth, wenn er auch mehrmal gebrochen oder reflektirt wird. Ein gleiches läßt sich an den übrigen Licht- und Farbenfäden beobachten.

4) Wenn man mittelst mehrerer Prismen zween Fäden von verschiedener Farbe z. B. gelb und blau sammelt und vermischt: so entsteht zwar eine grüne Farbe, welche jedoch wieder durch ein Prisma in die vorigen zwo Farben kann getrennt werden. Aber die grüne Farbe, welche aus der ersten Brechung des Licht-

Obschon aus Versuchen bekannt ist, z. B. mit Terpentinöle und Salzwasser, daß sich die Größe der Brechung nicht ganz nach der Dichtheit der brechenden Mittel verhalte; so glaubt doch Newton aus seinen Versuchen, *Opt.* l. 2. p. 3. schließen zu können, daß sich die brechenden Kräfte ganz nahe nach den Dichtheiten der Körper richten, ausgenommen, daß viele brenabare und ölichte Theile die Brechungskraft verstärken, doch so, daß allzeit zwischen dem Einfallssinus und dem Brechungssinus ein beständiges Verhältniß sey. s. Musschenbroek, *instit. phys.* c. 32. — Sigaud de la Fond, Anweisung zur Experimentalphysik §. 398. u. f.

Lichtstrals entsteht, läßt sich niemal in andere Farben trennen oder verändern, wenn dieser grüne Faden noch so oft gebrochen wird.*

§. 136.

Lehrs. Ein jeder Lichtstral ist aus sieben heterogenen Lichtfäden zusammengesetzt.

Wenn dem also nicht wäre; so wäre keine hinlängliche Ursache da, warum ein jeder Lichtfaden eine verschiedene Refraktion erlitte, und der dadurch getheilte Lichtstral ein länglichtes Bild mit sieben verschiedenen Farben darstellte. Vielmehr müßten alle Fäden in einem und dem nämlichen Mitteldinge auf gleiche Weise gebrochen werden. Wenn daher einer mehr, als der andere gebrochen wird; so muß der eine von Natur eine größere Brechbarkeit haben, als der andere. Bey solcher Beschaffenheit wird der rothe Faden am wenigsten gebrochen; und die übrigen um so mehr, je weiter sie von demselben abweichen.

§. 137.

Lehrs. Diese heterogenen Lichtfäden, aus welchen ein jeder weiße Lichtstral zusammengesetzt ist, haben von

* Diese Mischung geschieht nur alsdenn, wenn Farben, welche in der prismatischen Reihe nicht zu weit voneinander liegen, gesammelt werden. Z. B. roth und gelb giebt Orange, gelb und blau Grün, die den mittlern prismatischen ähnlich sind. Hingegen giebt Orange und Indigo nicht grün. — Was einfache, ursprüngliche, Grundfarben seyn? was gemischte, zusammengesetzte Farben?

von Natur die Eigenschaft, daß sie von einander abgesondert eine besondere Empfindung von Farben in der Seele erregen.*

Denn

* Wie die Meinungen über das Licht, so sind sie auch über die Farben verschieden. Cartes *Dioptr.* 1637. nimmt nur drey Grundfarben an, die rothe, die blaue und die gelbe, alle übrige nennt er gemischte. Diese zu erklären, schreibt er seinem Aether zweyerley Bewegungen zu, eine wirbelförmige, und eine fortgehende. Wenn die wirbelförmige stärker ist, als die fortgehende: so macht sie den Eindruck der rothen Farbe; ist aber die letztere stärker, als die erste: so giebt es die blaue Farbe; sind beyde gleich, die gelbe. Das Weiße wirft die Stralen unverändert zurücke; das Schwarze erstickt ihre Bewegung. — Hook, *micrographia* p. 64. nahm nur zwo ursprüngliche Farben an, die blaue und die rothe, und erklärt sie beynahe, wie Cartes, von dem verschiedenen Eindrucke des Aethers auf die Netzhaut. — Boyle, historia colorum experimentalis incepta. *opp. var.* sieht zwar die Farben nicht für eine den Körpern wesentlich zuständige Eigenschaft an, wie die Peripatetiker behaupteten; hält aber doch dafür, daß sie in einer Modifikation des Lichtes bestehen, welche von der Lage der Körpertheile auf der Oberfläche abhange. — Euler, nova theoria lucis et colorum, bemühete sich, die kartesianische Lehre von den Farben, wie von dem Lichte, zu verbessern; und leitete die Verschiedenheit der Farben von der verschiedenen Geschwindigkeit her, mit welcher die Schläge des Aethers aufeinander folgen. Nach seiner Theorie entstehen die Farben für das Auge, wie die Töne für das Ohr. s. seine Briefe an eine deutsche Prinzessinn 1. Th. 17. Br. ꝛc. (Farbenklavier. Gehlers phys. Wörterbuch) Violet gleicht

Denn so oft diese Fäden durch ein Prisma von einander getrennt werden; pflegt allemal ein jeder besonderer Faden den Eindruck von einer einzelnen und besondern Farbe zu machen. Wenn ein solcher von

gleicht dem tiefern, Roth dem höhern Tone, weiß dem Gemische von allen Tönen. Leuchtende Körper erscheinen verschiedentlich gefärbet zu seyn, nachdem ihre zitternde Theile dem Aether Schläge von verschiedener Geschwindigkeit mittheilen. Heftige und schnelle Schläge verursachen den Eindruck der rothen und gelben Farbe; schwächere und langsamere machen die Empfindung vom blauen u. s. w. das Licht, wodurch ein dunkler Körper sichtbar wird, und gefärbt erscheint, ist nicht der Lichtstral, welcher ihn erleuchtet; sondern ein anderer auf der erschütterten Oberfläche des Körpers in ähnliche Schwingungen gesetzter und bis zum Auge sich erstreckender Stral. Schwarz ist ein Körper, wenn er gar keine oder nur wenige Schwingungen annimmt, oder mittheilt. — Was oben gegen die eulerische Theorie des Lichtes eingewendet worden ist, kann auch zum Theile hier gelten. Nebst dem ist ein wichtiger Einwurf dagegen, daß die brechenden Mittel in einem ganz andern Verhältnisse auf die Brechungen als auf die Farben Zerreuung wirken, welches nicht geschehen könnte, wenn die Größe der Brechung eben so, wie die Farbe, von der Geschwindigkeit der aufeinander folgenden Schwingungen des Aethers abhienge. Priestleys Gesch. der Optik, mit Klügels Zusätzen. S. 354. ꝛc. Endlich scheint unerklärbar zu seyn, daß es gemischte Farben giebt, die den einfachen gleich sehen, und sich doch wesentlich von ihnen unterscheiden, indem sie sich durch das Prisma wieder von einander trennen lassen, welches bey den ursprüng-

von andern getrennter Faden von neuem gebrochen wird, behält er beständig seine ihm eigenthümliche Farbe. (§. 135.) Es muß also in der Natur jeder einzelnen Fäden liegen, daß sie voneinander abgesondert eine Empfindung von verschiedenen Farben in dem Auge verursachen, ohne daß das öftere Brechen einige Veränderung darinn mache.

Zus. Diese gefärbten Fäden sind vor der Brechung in einem Lichtstrale vereinigt, und miteinander vermischt; nach der verschiedenen Brechung aber erhebt sich einer über den andern; und auf solche Weise wird das länglichte vielfärbige Bild vorgestellt.

§. 138.

Lehrs. Die Verschiedenheit der Farben auf Seiten des Mittels betrachtet, wodurch uns die Körper sichtbar werden, liegt in der ungleichartigen Materie des Lichtes selbst. *

Der

sprünglichen einfachen niemal beobachtet wird; da doch eine jede bestimmte Farbe aus einer bestimmten Geschwindigkeit des schwingenden Aethers entsteht. Ueber diese Materie s. ferner Mariotte, de la nature des couleurs. *oeuvr.* t. 1. p. 195. J. P. Eberhard, Versuch einer nähern Erklärung der Natur der Farben. Halle 1762. — Eine neuere Hypothese von Erzeugung der Farben giebt C. F. Westfeld, Göttingen 1767. da er die Verschiedenheit der Farben von der verschiedenen Erwärmung der empfindenden Netzhaut herleitet.

* Versuche über die Farben dünner Körper. Newton, *opt.* l. 2. p. 1. obs. 4. it. q. 21. p. 317. ed. lat. S. Clarke. Lond.

Der Lichtstral ist aus heterogenen Fäden zusammengesetzt, (§. 136.) deren jeder von Natur so geeigenschaftet ist, daß er von andern getrennt die Empfindung einer besondern Farbe hervorbringt. (§. 137) Deswegen wenn ein Faden ins Auge fällt, welcher die Empfindung der rothen Farbe verursacht: so nennt man es roth u. s. w. Wenn zween Fäden z. B. der gelbe und blaue, mit einander vermischt auf das Auge schlagen: so giebt es die Empfindung einer vermischten Farbe.

Zus. Das Licht also ist eine aus mehrern ungleichartigen Theilen zusammengesetzte flüßige Materie; und durch die Absonderung derselben entstehen die verschiedenen Farben.*

§. 139.

Lehrs. Die Farbe, an dem färbigen Körper betrachtet, hängt von dem Gewebe der Oberfläche desselben ab, vermöge dessen ein Körper geschickt ist, mehr eine Art der Lichtfäden, als eine andere, zu reflektiren.

Dadurch

Lond. 1706. *philos. trans.* n. 80. &c. 1672-88. Abhandl. aus den philos. Trans. Leipz. 1779. 1. B. S. 192. &c. — Desaguliers, *phil. trans.* 1716. — G. F. Richter, *act. erud. Lips. Suppl.* t. 8. p. 226. &c. wo die newtonische Theorie gegen Rizzeti's Einwürfe gründlich vertheidigt wird.

* Die Farben sind also besondere Eigenschaften der verschiedenen Lichttheile, gewiße Empfindungen in uns zu erregen, wenn sie voneinander getrennt, oder nach unterschiedlichen Verhältnissen vermischt in das Auge stoßen.

Dadurch, daß ein Körper so beschaffen ist, wird er, wenn er erleuchtet wird, gefärbt erscheinen; und zwar, wenn das Gewebe seiner Theile so eingerichtet ist, daß es mehrentheils nur rothe Lichtfäden zurückwirft, so wird er roth erscheinen; wirft er andere Fäden zurücke, so erscheint er z. B. gelb, grün, u. s. w. Alle Lichtfäden zusammen zurückgeworfen geben die weiße Farbe; hingegen wo nichts oder wenig von dem Lichte reflektirt wird, da heißt der Körper schwarz.*

IV. Ar-

* Veränderungen der Farben bringt die Natur und die Kunst täglich hervor, wie entweder die Oberfläche oder auch das Innere eines Körpers verändert wird. Durch die Kunst geschieht es gewöhnlich durch Färben, Malen, Vermischungen. s. Hellots Färbekunst, a. d. Franz. von Kästner, Altenb. 1765. Aus Zusammensetzungen von roth, gelb und blau entstehen sehr viele gemischte Farben, die mit mehr oder weniger weiß noch verschiedentlich erhöhet werden können. s. P. Castel, l'optique de couleurs. Par. 1740. — Le Blon, l'art d'imprimer les tableaux. Par. 1756. — De affinitate colorum, *in T. Mayeri opp. ineditis, vol.* I. *cura G. C. Lichtenberg, Goett.* 1775. mit Zusätzen. — Lambert, Beschreibung einer mit dem calauschen Wachse ausgemalten Farbenpyramide, wo die Mischung jeder Farbe angeordnet, dargelegt und derselben Berechnung und vielfältiger Gebrauch gewiesen wird, mit einer ausgemalten Kupfertafel. Berl. 1772. — Schäffer, Entwurf einer allgemeinen Farbenverein, oder Versuch einer gemeinnützigen Bestimmung und Benennung der Farben. Regensp. 1769. — Schiffermüller, Versuch eines Farbensystems, Wien 1772. — A. L. Pfannenschmidt, Versuch

IV. Artikel.

Durchsichtigkeit, und Dunkelheit der Körper.

§. 140.

Durchsichtige, durchscheinende Körper, corpora pellucida, diaphana, nennt man diejenigen, welche das einfallende Licht nach jeder Richtung großentheils durchlassen. Dunkle Körper, opaca, lassen das

such einer Anleitung zum Mischen aller Farben aus blau, gelb und roth, herausgegeben von E. R. Schulz. Hannov. 1781. — C. F. Prangen, Farbenlexicon. Halle 1782.

Oft verändern sich die Farben durch Sonnenschein, Feuer, Luft, Regen, u. d. gl. wo man zu sagen pflegt, sie schießen ab. Anders erscheinen sie, wenn sie naß; anders, wenn sie trocken sind. Daß es hier blos, wie beym Malen und Farben, auf die Veränderung der Oberflächen ankomme, wo entweder durch die Auflösung Theilchen hinweggenommen werden, oder neue hinzukommen, merkt so gar der Blinde durch das Gefühl.

Durch die Vermischung verschiedener flüßiger, theils gefärbter, theils ungefärbter Materien giebt es ganz besondere Veränderungen der Farben, welche von nichts anders, als von der verschiedenen Lage der Theilchen herrühren, welche die Lichtstralen bald durchlaßen, bald verschlingen, bald unordentlich zerstreuen, bald auf unterschiedliche Weise ordentlich zurückwerfen. Beyspiele hievon s. in Boerhave chem. v. 2. 535. Musschenbroek, in-

das Licht nicht durch. Wenn diese das Licht regelmäßig reflektiren, dergestalten daß man andere Gegenstände in ihnen durch die reflektirten Lichtstralen sehen kann: so heißen sie Spiegelkörper, specula.

§. 141.

introd. in phil. nat. t. 2. §. 1845. it. *tent. flor.* p. 2. und Biwald, *phys. part.* p. 3. s. 2. a. 11. — Sigaud de la Fond, Anweis. zur Experimentalphysik §. 429. giebt von diesen Veränderungen der Farben eine umständliche Liste an, wobey er vier hauptsächliche Erscheinungen bemerkt. a) Eine bestimmte Farbe, wenn zwo ungefärbte sehr helle flüßige Materien miteinander vermischt werden. b) Veränderung der Farbe, wenn eine ungefärbte flüßige Materie mit einer gefärbten vermischt wird. c) Eine dritte Farbe, wenn zwo gefärbte flüßige Materien vermischt werden. d) Nehmung und Wiederherstellung der Farbe, wenn gefärbte flüßige Materien mit ungefärbten vermischt werden. s. ferner Tilebein, Farbenverwandlung oder Anleitung durch Vermischung zweyer wasserhellen Flüßigkeiten alle andere Farben augenblicklich darzustellen. Crells chem. Annal. 1785. 2. St. — Hier ist noch besonders anzumerken, daß, obschon man bey den Malerfarben roth, blau und gelb aus Mischungen anderer Farben nicht erhalten kann, dieselben doch durch Vermischungen unterschiedlicher sowohl gefärbter, als ungefärbter Flüßigkeiten erhalten werden.

Die sympathetischen oder magischen Dinten gehören auch hierher. Dergleichen sind z. B. Gold- und Zinnauflösung in Königswasser, mit fünfmal soviel Wasser verdünnet. Buchstaben mit der ersten gemacht, und im Schatten getrocknet, sind unsichtbar; werden sie aber mit der letztern überstrichen, so zeigen sie sich purpurfärbig.

Schriften

§. 141.

Lehrs. Die Durchsichtigkeit entsteht aus dem homogenen Gewebe der Körpertheile, d. i. wenn die leeren Zwischenräumchen und die soliden Theilchen eine gleichartige Lage untereinander haben, dermaßen daß an einem Orte nicht mehr leerer Raum, als Materie an dem andern sich einfindet.

Wenn auf besagte Weise ein Körper beschaffen ist: so wird der Lichtstral, nachdem er in den Körper ein-

Schriften oder Zeichnungen mit destillirtem Weineßig, worinn Silberglätte aufgelöst worden ist, gemacht, verschwinden, wie sie trocknen; werden aber alsobald sichtbar, wenn sie mit Kalkwasser, worinn Operment aufgelöst ist, überfahren werden; mit Scheidewasser überstrichen vergehen sie wieder. Zinkwasser oder KoboltERZ in Scheidewasser aufgelöst, mit Kochsalzwasser verdünnt und klar gemacht, giebt eine grüne Farbe, welche aber nur alsdenn sichtbar ist, wenn das Geschriebene oder Gemalte ein wenig über Kohlen erwärmt wird. Beym Erkalten verschwindet alles wieder.

Hier wäre noch zu erklären, was zufällige Farben seyn, colores accidentales, Erscheinungen, welche nicht eigentlich von dem Lichte, sondern unter gewissen Umständen von einem besondern Zustande des Auges herrühren. s. Buffon, diss. sur les couleurs accidentales. *Mem. de l'acad. des sc.* 1743. auch im Hamburger Magaz. 1. B. S. 425. — C. Scherffer, diss. de coloribus accidentalibus. Viennae. — Beguelin, sur la source d'une illusion du sens de la vue. *Mem. de l'acad. de Prusse* 1771. p. 8. — Aepinus, observationes quaedam ad opticam pertinentes. *comm. petrop. nov.* t. 10. p. 282.

eingedrungen ist, nicht merklich auf diese oder auf eine andere Seite gelenkt werden, sondern vielmehr mit der nämlichen Richtung, welche er beym Eingange hatte, fortschreiten; hiemit den Körper durchsichtig oder durchscheinend machen.*

§. 142.

Lehrs. Dunkel ist der Körper, dessen Gewebe heterogen ist; oder wenn er da aus dichtern, dort aus lockerern Lagen der Materie besteht.

Denn wenn ein Körper auf diese Art zusammengesetzt ist: so werden die Lichtstralen, wenn sie auf denselbigen fallen, und eingehen, bald zum Theile zurückgeworfen, bald in unendlichen Krümmungen von ihrem Wege abgeführt; so daß sie theils zerstreuet, theils verschlungen weder zu rechter Zeit, weder in gehöriger Richtung, noch in hinlänglicher Menge durchfahren, hiemit auch keine merkliche Empfindung verursachen können. Bey einem solchen Gewebe muß also ein Körper dunkel seyn.

Elektri=

* Newton, opt. l. 2. p. 3. prop. 1. &c. — Nach Euler sind durchsichtige Körper diejenigen, welche die Schwingungen des auffallenden Lichtes annehmen, und selbst fortpflanzen.

Elektrizität.

I. Artikel.

Vorerinnerungen.

§. 143.

Erfahr. Wenn das eine Ende einer trocknen und reinen Glasröhre mit einer Hand gehalten, und das andere Ende mit der andern ebenfalls reinen Hand hin und her gerieben wird: so beobachtet man folgende Wirkungen. 1) Leichte Körper, z. B. kleine Stückchen Papier werden, auch in einer merklichen Entfernung, von der geriebenen Röhre angezogen, und wieder zurückgestoßen. 2) Wenn im Finstern in einer Entfernung z. B. eines halben Zolls ein Finger gegen die Röhre gehalten wird: springt ein stechender Funken mit einem knisternden Schalle heraus. Diese Wirkungen kommen von einer noch unbekannten Ursache her, welche Elektrizität, electricitas, genannt wird.*

§. 144.

* Was beym Elektrisiren geschehe, und geschehen müsse, ist zwar aus Erfahrungssätzen für die meisten Fälle bekannt; aber an hinlänglicher Kenntniß des eigentlichen wirksamen Grundstoffes fehlt es noch sehr. Deswegen

§. 144.

Erfahr. Wenn an dem Ende der geriebenen Glasröhre ein metallener Faden, und an diesem eine metallene Kugel hängt; so zeigen sich an dieser Kugel die nämlichen Wirkungen, wie an der Glasröhre, d. i. sie zieht leichte Körper an, und stößt sie wieder zurücke, sie giebt Funken von sich ꝛc. Wird aber statt eines metallenen Fadens ein Seidenfaden gebraucht; so giebt die Kugel kein Zeichen der Elektrizität von sich, obgleich die Röhre gehöriger Maßen gerieben wird.

Zus. In dem einen Falle geht die elektrische Kraft durch den metallenen Faden bis in die Kugel; im andern Falle läßt der Seidenfaden dieselbe nicht durch.

Erklär. Alle Körper, durch welche, wie durch den metallenen Faden, die elektrische Kraft in andere Körper leicht fortgepflanzt wird, werden **Leiter**, conductores, genannt. Diejenigen hingegen, durch welche, wie durch den Seidenfaden, die elektrische Kraft nicht frey durchgelassen wird, heißen **Nichtleiter**, nonconductores.

§. 145.

ist die Lehre von der Elektrizität doch nicht ohne großen Nutzen. Franklin schreibt in seinen Briefen von der Elektr. (deutsche Uebers. S. 83.) es sey der Menschheit mehr gelegen an der Kenntniß der Gesetze der Natur, als an der Kenntniß ihrer Ursachen. Es sey sehr nützlich zu wissen, daß das Porzellan ohne Stütze falle, und zerbreche; aber warum es falle, und warum es zerbreche, sey ein Gegenstand der blosen Spekulation. Es sey ein Vergnügen, das zu wissen; wir können aber unser Porzellan auch ohne dieses bewahren.

§. 145.

Angestellte Versuche beweisen, daß, gleichwie die Elektrizität durch alle Körper, welche den Leitern beygezählt werden, nicht mit gleicher Leichtigkeit fortgepflanzt wird, also auch verschiedene Körper, welche unter die Nichtleiter gehören, der elektrischen Kraft den Durchgang mehr oder weniger gestatten. Tiberius Cavallo 1. Th. 2. Kap. hat folgende zwo Tabellen von Leitern und Nichtleitern verfasset, dergestalten das jede Tabelle von dem vollkommensten Leiter oder Nichtleiter anfängt.

Tab. I. Leiter.

Gold.
Silber.
Kupfer.
Messing.
Eisen.
Zinn.
Quecksilber.
Bley.
Halbmetalle.
Erze.*
Kohlen von Thieren und Pflanzen.

Flüßige

* Dieses Wort wird mehr bestimmt, wenn man darunter diejenigen Erd- und Steinarten versteht, in welchen das Metallische den größten Theil ausmacht, oder welche den Metallen selbst am nächsten kommen.

Flüßige Theile von Thieren.
Alle flüßige Materien, Luft und Oel ausgenommen.
Dämpfe brennender Körper.
Gemeines Eis.
Schnee.
Die meisten Körper, welche viel Salz, besonders metallisches, in sich enthalten.
Steine, die nicht sehr hart sind.
Rauch.
Dämpfe, welche von siedendem Wasser aufsteigen.
Ein luftleerer Raum, der mit der Luftpumpe gemacht wird.
Auch die Erdkugel pflanzet die Elektrizität sehr leicht fort.
Endlich sind alle Körper mehr oder weniger vollkommene Leiter, nachdem sie eine größere oder kleinere Menge von den angeführten leitenden Materien in sich enthalten.

Tab. II. Nichtleiter.

Glas, alle Verglasungen, und mit Glas überzogene Körper.
Edelsteine, bevorab die ganz hellen und durchsichtigen.
Harze, und resinöse Mischungen.*

Brenn=

* Hierunter werden alle feste, ölichte Körper aus dem Pflanzenreiche verstanden, welche sich entzünden, aber im Wasser nicht auflösen lassen. Einige davon werden uneigentlich Gummi genannt.

Bernstein.
Schwefel.
Ganz trocknes Holz.
Erdharzichte, bituminöse Körper.
Wachs.
Seiden.
Baumwolle.
Trockne Thiertheile, z. B. Federn, Haare, Wolle ꝛc.
Papier.
Weißer Zucker.
Luft.
Oel.
Metallkalke.
Asche von verbrannten Thier- und Pflanzentheilen.
Rost der Metalle.
Ganz trockne Pflanzen.
Harte Steine.

Diesen muß Eis beygesetzt werden, aber nur solches, welches sehr stark gefroren ist. Achard hat aus Eise, welches 13 Gr. unter 0 Fahrenh. hatte, eine Kugel verfertiget, welche gerieben die nämliche Wirkung that, wie eine Glaskugel.*

Anmerk. 1. Aus beyden Tabellen ist ersichtlich, daß viele Körper, bey veränderten Umständen, aus Nichtleitern Leiter werden können, und umgekehrt. Z. B. grünes Holz ist ein Leiter; dürres und trocknes ein Nichtleiter. Eine ausgebrannte Kohle gehört zu den Leitern; die Asche davon zu den Nichtleitern. Feuchte Luft

* *Mem. de Berlin.* 1776.

Luft ist ein Leiter; reine und trockne Luft ein Nichtleiter.*

Anmerk. 2. Schier alle Körper, welche Nichtleiter sind, werden Leiter, wenn sie stark erhitzet werden. Z. B. sind glühendes Glas, geschmolzenes Harz, sehr warme Luft, zuvor trocknes nun erwärmtes Holz.

Anmerk. 3. Bisher hatten schier alle Physiker diejenigen Körper, welche den Nichtleitern beygezählt werden, elektrische Körper genannt; die Leiter aber unelektrische Körper, und zwar deswegen, weil die Nichtleiter, wenn sie gerieben werden, eine elektrische Kraft äußerten, die Leiter aber nicht. Es wird aber aus dem folgenden erhellen, daß auch die Leiter, wenn sie in gewissen Umständen gerieben werden, eine elektrische Kraft zeigen.** Die Eintheilung also in elektrische oder idioelektrische, und in unelektrische oder symperielektrische Körper ist von keinem Werthe mehr.

§. 146.

Ein isolirter Körper, corpus insulatum, separatum, wird derjenige genannt, welcher nur mit Nicht-

* Wendel. Ammersin, relatio historica de electricitate propria lignorum. Lucernae 1754, — I. 2. 3. *Mémoire sur l'electricité* par M. du Fay. *Mem. de l'acad. roy. des sc.* 1733.

** Sieh unten §. 178. n. 4. — Herbert, theoria phaenomenorum electricorum. Vindobonae, 1778. — Hemmer, sur l'eléctricité des métaux. *Rozier journ. Juiliet.* 1780. — Lichtenberg, Anmerk. §. 503. Erxl. Naturl.

Nichtleitern umgeben, und auf diese Weise von der Erde und andern leitenden Körpern abgesondert ist; z. B. die an einem Seidenfaden hangende Kugel. (§. 144.) Wenn aber ein Körper entweder unmittelbar die Erde berührt, oder mittelst anderer Leiter mit derselben verbunden ist; so heißt er ein **kommunizirender Körper**, corpus communicans.

§. 147.

Die **elektrische Maschine** ist ein Werkzeug, mittelst dessen ein Nichtleichter, z. B. ein Glas herumgedreht, und zugleich an einem Leiter gerieben wird. Zu dieser Maschine gehören vorzüglich drey Stücke.

1) Ein **Nichtleiter**. Man pflegt dazu zu gebrauchen entweder eine gläserne wohl geschliffene Scheibe, oder einen Zylinder, oder eine hohle, glatte gläserne Kugel. Weil aber die Wirkungen der Glaselektrizität von den Wirkungen der Elektrizität vieler anderer Körper, z. B. des Schwefels, des Siegellaks u. d. m. sehr unterschieden sind, wie weiter unten wird erklärt werden: so wird der elektrische Apparat um so vollkommener seyn, wenn zugleich auch ein Zylinder oder eine Kugel von Schwefel, Siegellak, oder mit einer andern harzichten Materie überzogen in Bereitschaft ist.

2) Ein **kommunizirender Leiter**, an dem der Nichtleiter gerieben wird. Wenn dieser ein geschliffenes Glas ist; pflegt man ein Küssen von Korduan mit Haaren ausgestopft zu gebrauchen. Die äußere rauhe Oberfläche des Leders wird mit Kreidenstaube bestreuet; oder man bestreicht sie mit einem Amalgama von zween Theilen

Queck-

Quecksilber, und einem Theile Zinn mit etwas feiner Kreide vermischt.

Ist der Nichtleiter aus Schwefel, Siegellack oder einer andern Harzmaterie; nimmt man statt des Leders ein Wollentuch, einen Hasen- oder Katzenbalg zum Reibzeuge.

3) Noch ein anderer Leiter, welcher eine metallene Röhre oder Stange zu seyn pflegt. Dieser Körper wird insgemein der Leiter der Elektrisirmaschine genannt. Dieser Leiter wird in einer geringen Entfernung von dem Nichtleiter, der an dem Küssen gerieben wird, so angebracht, daß er isolirt ist; welches geschieht, wenn er entweder an Seidenfäden aufgehängt, oder auf Pech, Glas rc. gestellt wird. Ferner das eine Ende dieses Leiters, welches gegen den Nichtleiter gewendet wird, soll mit einigen Spitzen oder mit dünnen Metallfäden versehen seyn; wodurch bewirkt wird, daß der Leiter die Elektrizität desto leichter von dem Nichtleiter annimmt. Die übrigen Theile dieses Konduktors sollen wohl polirt seyn, ohne Spitzen und Ecken. Denn aus der Erfahrung ist bekannt, daß diese die elektrische Kraft sehr vermindern. *

II. Ar-

* Die Deutschen waren die ersten, welche Elektrisirmaschinen erdacht und gebraucht haben. Otto von Guerike hat zwar schon eine Schwefelkugel, und nach ihm Hawksbee eine Glaskugel gebraucht; aber die eigentliche Maschine

II. Artikel.

Entgegengesetzte, oder positive und negative Elektrizität.

§. 148.

Erfahrung. Wenn ein isolirter Mensch eine gläserne Röhre gehöriger Maßen reibet; oder wenn das Küssen der Elektrisirmaschine isolirt, und an der Glaskugel gerieben wird: so giebt nicht allein die Glasröhre

Maschine hat man dem Professor Hausen in Leipzig zu verdanken. s. C. A. Hausen, novi profectus in historia electricitatis. Lipf. 1734. Diese Art mit Glaskugeln oder Zylindern zu elektrisiren hat man hernach auf mancherley Weise zu verbessern gesucht. — Winkler hat zuerst Küssen als Reibzeuge angebracht. s. seine Gedanken von den Eigenschaften, Wirkungen und Ursachen der Elektrizität. Leipz. 1744. und 45. — Nollet beschreibt seine Maschine S. 48. essai sur l'electricité des corps, Paris 1746. — William Watson, exper. and observ. on electricity, Lond. 1745. brauchte vier übereinanderstehende Glaskugeln, die er über vier Küssen zugleich durch ein Rad herumdrehte. Diese und mehrere andere von englischen Gelehrten und Künstlern angegebene und verfertigte Maschinen, wie auch zwo von seiner eigenen Erfindung, hat Priestley beschrieben und abgebildet, Taf. 5. 6. 7. 8. s. Geschichte und gegenwärtiger Zustand der Elektrizität, a. d. Engl. von D. Krünitz, Berlin und Stralsund 1772. — Nairne, *philos. trans.* 1773. hat sich unter allen englischen Künstlern um die Verbesserung

röhre, sondern auch der isolirte Mensch, ferner nicht allein die gläserne Kugel, sondern auch das isolirte Küssen alle Zeichen der Elektrizität von sich. Diese Wirkungen aber sind verschieden, und einander entgegengesetzt.

Denn

rung der Maschinen von dieser Art am meisten verdient gemacht. Darnach hat Cavallo seine Zylindermaschine, (s. vollständige Abhandlung der Lehre von der Elektrizität 3. Th. 2. Kap.) schier mit allen neuern Verbesserungen eingerichtet. Das Reibzeug kann nach Belieben isolirt werden; und um die Zerstreuung der gesammelten elektrischen Materie zu verhüten, ist nach Rooths Vorschlage, *philos. trans. vol.* 63. n. 35. der obere Theil des Zylinders mit einem von dem seidenen Küssen auslaufenden Stücke Wachstaffet bedeckt. — An allen Maschinen mit Glaskugeln oder Zylindern wird ausgestellt, daß sie zuviel Platz einnehmen, beschwerlich zu bewegen sind, und nicht selten durch das Zerspringen gefährlich werden.

Auch hat man Zylindermaschinen von Wollen- und Seidenzeuge, Papiere, Leinwande u. d. gl. erfunden, welche gute Wirkung thun. Z. B. ist die von Lichtenberg angegebene und in dem Goth. Magaz. 1. B. 1. St. S. 83. beschriebene, mit schwarzem glattem Wollenzeuge überspannte und an einem Katzenpelze geriebene Trommel. Ferner die mit gefirnißtem Taffet überzogenen zween hölzernen Zylinder, nach Walkiers de St. Amand Erfindung, beschrieben in Lichtenb. Mag. 3. B. 1. St. S. 118. — Description des machines electriques a taffetas, de leurs effets et des diverses avantages, que présentent ces nouveaux appareils, par M. Rouland. Amsterdam 1785.

Die

Denn 1) wenn ein leichter isolirter Körper, z. B. ein Kügelchen von Korkholze, an einem Seidenfaden hangend, nahe an die geriebene Röhre oder Kugel gebracht wird; so wird sie von dieser angezogen,

Die Maschinen mit Glasscheiben haben zwar ihren Namen von Ramsden, einem berühmten englischen Künstler, der sie um das Jahr 1766 verfertigte, und bekannt machte; aber Ingenhouß (s. vermischte Schriften, herausgegeben von N. C. Molitor, Wien 1784. B. 1. S. 172.) hat schon 1764. dieselben gebraucht. Der Erfinder davon soll Planta seyn, Stifter des Haldensteinischen Seminariums, welcher sich schon 1760 der Scheibenmaschine bedient habe; (s. Lichtenbergs Anmerk. §. 500. Erxleb. Naturl.) wiewohl auch Sigaud De la Fond (s. précis des phénomenes électr. p. 1. s. 1. c. 2.) schon 1756. eine Scheibe von Krystallglas gehabt haben will. Die Wirkungen dieser Maschine zu verstärken, hat man sie mit einer doppelten Scheibe verfertigt, zu deren Verbesserung Cuthbertson in Amsterdam sehr viel beygetragen hat. S. Beschreibung einer ungemein großen Elektrisirmaschine, und der damit im teylerischen Museum zu Harlem angestellten Versuche durch Martinus van Marum, a. d. Holländ. Leipz. 1786. Diese ist die größte Maschine von dieser Art. Eine jede Scheibe hat 65 englische Zolle im Durchmesser; und das ganze Gestell steht auf Glasfüßen. — Andere Arten von Glasscheibenmaschinen s. in Lichtenbergs Magazin für das Neueste rc. Z. B. von Bertholon, 1. B. 1. St. S. 193. von Kohlreif, in Petersburg 1. B. 3. St. S. 101. Von Magiotto, in Venedig, 2. B. 1. St. S. 137. Ferner von Le Roy und Graf von Brilhac, Rozier, observat. sur la physique, Janv. 1775. May 1780.

gen, aber auch alsobald wieder zurückgestoßen; und geht hernach nicht wieder zu derselben, wenn sie nicht indessen einen Leiter berührt hat. Das nämliche Phänomen eräugnet sich, wenn das Kügelchen dem isolir-

ten

Von Scheibenmaschinen aus andern Materien, z. B. von Gummilack, nach Van Marums Vorschlage, s. Abhandl. über das Elektrisiren a. d. Holländ. von Müller, Gotha 1777. — Von wohl gedörrtem Holze, Pickel, experim. physico-med. de electricitate. Wirceb. 1778. und Lichtenbergs Magazin 1. B. 3. St. S. 103. — Von runden mit Kopal und Bernstein gefirnißten Pappendeckeln s. Ingenhouß vermischte Schriften, 1784. S. 181. u. f.

Elektrisirmaschinen im kleinen, Taschenmaschinen, beschreibt Ingenhouß, in seinen vermischten Schriften 1. Th. S. 145. 164.

Von Elektrisirmaschinen und ihrem Apparate insgemein und insbesondere handeln, nebst den obenangeführten, Priestleys Geschichte der Elektrizität, nebst eigenthümlichen Versuchen, übersetzt von J. G. Krünitz. Berlin 1772. D'Innare, Anfangsgründe der Naturlehre von der Elektrizität. Frankfurt 1784. a. d. Franz. 1. Th. T. Cavallo, vollständige Abhandlung der theoretischen und praktischen Lehre von der Elektrizität mit eigenen Versuchen, a. d. Engl. von J. S. T. Gehler, mit Zusätzen des Uebersetzers. Leipz. 1783. Schmidt, Beschreibung einer Elektrisirmaschine und deren Gebrauch. Jena 1773. J. Cuthbertson, allgemeine Eigenschaften der Elektrizität, a. d. Holländ. Leipzig 1786. mit Berichtigungen und Zusätzen des Uebersetzers. Donndorf, Lehre von der Elektrizität. Erfurt 1784. 2. B. Kühn, Geschichte der medizinischen und physischen Elektrizität.

Leipz.

ten Menschen oder Küssen nahe kömmt. Wenn hingegen das Kügelchen, nachdem es von der gläsernen Röhre oder Kugel hinweggestoßen ist, in die Nachbarschaft des isolirten Menschen oder Küssens kömmt; wird es von diesem angezogen, geht alsdenn von da wieder hinweg, und an die gläserne Röhre oder Kugel wieder zurücke, u. s. w.

2) Wenn zwey oder mehrere isolirte, z. B. an Seidenfäden hangende Korkkügelchen an die geriebene Glaskugel oder an das isolirte Küssen in einiger Entfernung gebracht werden; so werden sie davon angezogen, und elektrisch; fliehen aber alsdenn einander, und bleiben lange in diesem Zustande. Hat aber das eine Kügelchen A die Glaskugel, das andere B das isolirte Küssen berührt; so fliehen die Küchelchen einander nicht, sondern gehen zusammen. Das nämliche beobachtet man, wenn sie den isolirten Menschen und die Glasröhre berühren.

Ins. Daraus ist ersichtlich, daß die Elektrizität des isolirten Reibzeuges und der geriebenen Glaskugel, wie auch jene der isolirten Person und der geriebenen Glasröhre einander entgegengesetzt sey.

§. 149.

Leipz. 1783. J. G. Heinze, neue elektrische Versuche mit der marumschen Maschine, und D. Schäffers Elektrizitätsträger. Beschreibung einer neuen Elektrisirmaschine rc. von M. G. C. Bohnenberger. Jak. Langenbucher, praktische Elektrizitätslehre, ganz neu bearbeitet. Augsb. 1788. Adams, Versuch über die Elektrizität, a. d. Engl. Leipz. 1785.

§. 149.

Erfahr. Wenn im Dunkeln einer geriebenen gläsernen Röhre oder Kugel, oder auch ihrem isolirten Konduktor ein spitziger metallener Körper in einiger Entfernung entgegen gehalten wird; erscheint ein leuchtender Punkt, wie ein Sternchen, an der Spitze. Wird aber die Spitze an eine isolirte Person oder an das isolirte Reibzeug gehalten; so erscheint eine Flocke oder ein leuchtender Kegel, dessen Basis gegen die Person oder gegen das Küssen gerichtet ist.

Zus. Diese verschiedenen Phänomene beweisen ebenfalls, daß die geriebene gläserne Röhre oder Kugel auf eine andere Art elektrisch sey, als die isolirte Person oder das Reibzeug.

§. 150.

Erfahr. 1) Man bringe zwey isolirte Korkkügelchen nahe an eine hölzerne mit Schwefel oder Siegellak, oder mit einer andern Harzmaterie überzogene und geriebene Kugel; so wird man sehen, daß sie davon angezogen, und alsobald wieder zurückgestoßen werden. Diese Kügelchen fliehen auch selbst einander. Wenn aber das eine von der Harzkugel, das andere von einer Glaskugel elektrisirt worden ist; so fliehen sie einander nicht, sondern gehen vielmehr zusammen, und verlieren beyde ihre Elektrizität.

2) Zween isolirte und von geriebenem Glase elektrisirte Konduktoren können einander berühren, ohne daß sie einen Funken von sich geben. Eben das geschieht, wenn beyde von einer Harzkugel elektrisch geworden sind. Wird aber der eine Konduktor von

der

der Glaskugel, der andere von der Harzkugel elektrisirt; und beyde kommen in einiger Entfernung zusammen: so springt zwischen beyden ein lebhafter Funken heraus.

3) Wenn im Dunkeln einer geriebenen Harzkugel oder ihrem Konduktor ein spitziger metallener Körper entgegen gehalten wird; so erscheint kein Sternchen, wie §. 149.) sondern ein leuchtender Kegel an der Spitze, dessen Basis gegen die Harzkugel oder gegen den Konduktor steht.

Zus. Daraus schließt man, daß die Wirkungen der Elektrizität bey dem isolirten Reibzeuge (§. 149.) und bey der geriebenen Harzkugel oder ihrem Konduktor einerley seyn, und den Wirkungen der geriebenen Glaskugel oder ihres Konduktors entgegengesetzt.

§. 151.

Aus diesen Erfahrungen haben Du Fay* und andere Naturforscher Anlaß genommen, die Glaselektrizität, electricitas vitrea, von der Harzelektrizität, electricitas resinosa, zu unterscheiden.

Heute zu Tage pflegt man die Elektrizität, welche vom geriebenen Glase entsteht, die positive, die andere, welche durch Schwefel, Siegellak oder eine andere Harzmaterie erweckt wird, die negative zu nennen. Diese Redensart ist im mathematischen Sinne zunehmen, und zeigt an, daß die Glaselektrizität der Harzelektrizität entgegengesetzt sey. Ein anderer Grund zu dieser Benennung und Unterscheidung wird an seinem

* *Mem. de l'acad. roy. des sc.* 1733.

nem Orte* bey der Theorie der Elektrizität gegeben werden. Indessen ist anzumerken, daß nicht allein geschliffenes Glas, wenn es gerieben wird, in den Wirkungen der Elektrizität von jenen der Harzmaterie unterschieden sey; sondern daß es noch sehr viele andere Körper gebe, wovon jene die positive, andere die negative Elektrizität äußern.

Die leichteste und beste Methode zu erforschen, ob ein Körper die positive oder negative Elektrizität habe, ist folgende.

§. 152.

Man nehme zwey gläserne, etwa fünf bis sechs Zolle lange Stäbchen A und B, (Fig. 15.) und hänge an das Ende derselben an leinenen mit Salzwasser befeuchteten Fäden die Korkkügelchen C, D und E, F. Wenn die zwey Kügelchen sich selbst überlassen, und noch nicht elektrisirt sind; hangen die Fäden unter sich parallel hinunter, und die Kügelchen berühren einander. Werden sie aber an den positiv oder negativ elektrisirten Konduktor gebracht; so gehen sie alsobald von einander, und zwar desto weiter, je stärker die elektrische Kraft ist. Nun nehme man z. B. ACD, und mache die Kügelchen entweder am Glase positiv, oder an einer Harzmaterie negativ elektrisch, so daß C und D etwa zween Zolle voneinander weichen. Her-nach

* Sieh unten §§. 182. 183. — Die Namen der positiven und negativen Elektrizität rühren von Franklin her; und die Zeichen + E und — E hat Pr. Lichtenberg eingeführt. Comment. super nova methodo &c. *Comm. soc. Goett. Cl. math. t.* II.

nach bringe man BEF mit den Kügelchen an den wirklich elektrisirten Körper, dessen Elektrizität man erforschet, bis die Kügelchen E und F so weit, wie C und D, von einander gewichen sind. Demnach nähere man die Kügelcheu E, F an die Kügelchen C, D. Wenn die Kügelchen einander fliehen; so ist es ein Anzeichen, daß sie einerley Elektrizität haben. Ziehen sie aber einander an; so ist man versichert, daß die Elektrizitäten einander entgegengesetzt seyn. Weil die Elektrizität der Kügelchen ACD bekannt ist, so entdeckt sich eben dadurch die Elektrizität desjenigen Körpers, welchen die Kügelchen BEF berührt haben.

Dergleichen Instrumenten werden auch Elektrometer genannt, weil dadurch sowohl die Art der Elektrizität, als auch die größere oder kleinere Kraft derselben untersucht werden kann. Man hat auch Elektrometer nur mit einem in Salzwasser getränkten leinenen Faden aus zweyen Korkkügelchen, wie die (Fig. 16.) vorstellt.

Folgende Tabelle von Cavallo zeiget, welche Körper eine positive, welche eine negative Elektrizität von sich

* Die oben beschriebenen Elektrometer oder Elektrizitätszeiger sind die einfachsten, und zur Beobachtung der positiven und negativen Elektrizität die bequemsten. Diese Einrichtung mit Korkkügelchen, noch besser mit Hollunder- oder Sonnenblumenmarke, ist von Canton. s. *philos. trans, vol.* 48. *p.* I. *n.* 53. Von andern Elektrometern, die Stärke der Elektrizität zu messen, sieh unten §§. 159. 160. 166. 177. in den Noten.

sich geben, wenn sie mit verschiedenen Körpern gerieben werden. *

§. 153.

Glattes Glas	positiv	mit einem jeden Körper gerieben, mit dem man es bisher versucht hat, Katzenpelz ausgenommen.
Matt geschliffenes Glas.	positiv	mit Schwefel, Metallen, trocknem Wachstaffet.
	negativ	mit Wollenzeug, Holz, Papier, Federkiel, Siegellack, Weißem Wachse, mit der Hand.
Turmalin	positiv	mit Bernstein, Luft mit Blasbälgen bewegt.
	negativ	Diamant, mit der Hand.

Hasen-

* Sieh vollständige Abhandl. rc. 1. Th. 3. Kap.

- **Hasenpelz**
  - positiv
    - mit Metallen,
    - Seiden,
    - Magnetstein,
    - Leder,
    - Papier,
    - trocknem Holze,
    - mit der Hand.
  - negativ
    - mit andern feinern Pelzen.
- **Weiße Seide**
  - positiv
    - mit schwarzer Seide,
    - Metallen,
    - schwarzem Tuche.
  - negativ
    - mit Papier,
    - Haare,
    - Wieselpelz,
    - mit der Hand.
- **Schwarze Seide**
  - positiv
    - mit Siegellack.
  - negativ
    - mit Hasenpelz,
    - Wieselpelz,
    - Iltispelz,
    - Magnetstein,
    - Messing,
    - Silber,
    - Eisen,
    - mit der Hand.

Siegellack	positiv	mit Metallen.
	negativ	mit Hasenpelz, Wieselpelz, Iltispelz, Leder, Wollenzeug, Papier, mit der Hand.
Gedörrtes Holz	positiv	mit Seide.
	negativ	mit Flanell. *

§. 154.

* Andere dergleichen Tabellen sieh in Dönndorfs Lehre von der Elektrizität, und in Erxlebens Naturl. §. 514. Zus. von Lichtenberg, wo noch besonders angemerkt wird, wie schwer es sey, die verschiedene Elektrizität, welche die Körper von dem Reiben aneinander erhalten sollen, bestimmt anzugeben; weil oft kleine Veränderungen auf der Oberfläche, ein verschiedener Grad der Trockenheit, ein bald stärkerer bald schwächerer Druck beym Reiben oder sonst eine verschiedene Anwendung einer und der nämlichen Materie eine ganz andere Elektrizität hervorbringen. Merkwürdige Versuche hierüber, besonders mit Seidenzeugen, haben Symmer, *philos. trans. vol.* 51. p. 1. n. 36. und Cigna, *miscellan.* societatis taurinensis,

§. 154.

Allgemeines Gesetz. Alle leichte Körper, zween oder mehrere, welche einerley Elektrizität haben, entweder positive, oder negative, weichen von einander ab. Wenn aber einer positiv, der andere negativ elektrisch ist; so ziehen sie einander an. Auch zween Körper, wovon der eine gar nicht, der andere aber entweder positiv oder negativ elektrisirt ist, werden voneinander angezogen.

III. Artikel.

Besondere Phänomene der Elektrizität

§. 155.

1) Wenn an eine gläserne mittelst der Elektrisirmaschine geriebene Kugel in einer Entfernung von drey oder vier Zollen eine metallene, an den Enden nicht zugespitzte, sondern abgestumpfte und mit der Erde kommunizirende Stange AB (Fig. 17.) gebracht wird: so wird der Theil A, welcher zunächst an der Kugel ist, elektrisch; aber diese Elektrizität ist negativ und derjenigen entgegengesetzt, welche die geriebene Kugel hat,

sis, 1765. p. 31. wie auch Beccaria, ellectricismo artificiale. p. 197. beschrieben. Auszüge hievon sind in Abel Socins Anfangsgründen der Elektrizität, Hanau 1778. S. 66. enthalten; und in Cavallos vollst. Abhandl. S. 258. Vom Uebersetzer in einem besondern Zusatze angeführt.

hat, wie die Elektrometer zeigen. Diese elektrische Kraft wird immer stärker, je näher die Stange an die Kugel kömmt, bis endlich in einer kleinen Entfernung ein lebhafter Funken aus der Kugel in die Stange fährt, und alle elektrische Kraft aufhört.

2) Wenn die Stange isolirt ist; wird der Theil Ag, der nähere an der Kugel, negativ, der andere Theil, der entferntere, gB positiv elektrisch. Diese negative und positive Elektrizität nimmt zu, wie die Stange näher gegen die Kugel kömmt, bis endlich ein lebhafter Funken aus der Kugel bricht, und die ganze Stange positiv elektrisch macht.

3) Wenn in dem zweyten Falle, ehe der Funken aus der Kugel in die Stange überspringt, diese von der Kugel entfernt wird; nimmt man weder an der Stange, weder an dem Elektrometer einiges Zeichen der Elektrizität wahr.

4) Wenn in dem nämlichen Falle, ehe der Funken ausbricht, der Theil B mit einem Leiter berührt wird, gehen die Korkkügelchen des Elektrometers an dem Theile B, welche von einander gespreuzt waren, zusammen, und bleiben beysammen, obgleich der Leiter hinweggenommen wird. Wird aber zugleich auch die geriebene Glaskugel entfernt; so gehen die Korkkügelchen mit einer negativen Elektrizität auseinander.

5) An die isolirte Stange AB bringe man in der Entfernung eines halben Zolls eine andere isolirte Stange CD; und an die Stange AB in einer Entfernung von drey oder vier Zollen stelle man die Glaskugel. Wenn diese einige Sekunden lang gerieben ist; so springt aus der Stange AB ein Funken auf die

Stange

Stange CD; und die Elektrometer an beyden Stangen zeigen, daß die erstere negativ, die andere positiv elektrisch sey. Diese entgegengesetzte Elektrizität bleibt, wenn auch die Kugel hinweggenommen wird.

6) Alle in diesem §. angeführte Phänomene eräugnen sich auf die nämliche Weise, obschon zwischen der Kugel und der Stange ein dünner Nichtleiter, z. B. eine Glas- oder Harzplatte, gestellt wird; nur mit diesem Unterschiede, daß durch diese Zwischenstellung der Uebersprung des Funkens verhindert werde.

7) Bey allen diesen Versuchen, wenn statt der Glaskugel eine Harzkugel gebraucht wird; so werden sich zwar alle Phänomene der Elektrizität ergeben, aber wo vorher positive Elektrizität war, da wird nun negative seyn, und so umgekehrt.

Anmerk. Der Raum um die elektrisirten Körper, innerhalb welchem diese ihre elektrische Kraft auf andere, von welchen sie nicht unmittelbar berührt werden, äußern, wird von einigen die elektrische Atmosphäre, von andern der Wirkungskreis genannt.*

§. 156.

* Darauf und besonders auf §. 154. gründen sich die Versuche mit den Korkkügelchen an Fäden und denjenigen die auf dem Tische unter einem elektrisirten Trinkglase tanzen; mit tanzenden papiernen Figuren; mit den elektrischen Rädern, Bratenwendern, Burzelmännchen; mit Goldblättchen, Sägespänen, feinem Sande, u. d. gl. die schwarmweise zerstreut werden; mit der Pflaumfeder zwischen einer geriebenen Glasröhre und Siegellakstange; mit feinen Glasfäden, Haarbüscheln, Baumwolle rc. mit der

§. 156.

Wenn an einer geriebenen Glaskugel oder auch an dem isolirten und positiv elektrisirten Konduktor der Maschine in einer Entfernung von einem oder zween Zollen ein Nichtleichter z. B. eine Glasröhre AB (Fig. 17.) angebracht ist; so wird der Theil Ae negativ elektrisch. Kömmt diese Röhre ganz nahe an die Kugel oder an den elektrisirten Konduktor; so wird der Theil A e positiv, der Theil e f negativ, der Theil fg wieder positiv, der Theil gh wieder negativ, und so weiter abwechselnd, aber stets schwächer elektrisch, bis endlich gar nichts mehr von der Elektrizität verspürt wird.

§. 157.

Aus beyden nächst vorhergehenden §§. läßt sich folgendes Gesetz ziehen. Alle Körper sowohl Nichtleiter als Leiter, wenn sie in den Wirkungskreis eines elektrisirten Körpers kommen, werden elektrisch, jedoch

der elektrischen Spinne; mit dem elektrischen Glockenspiele, und vielen andern elektrischen Spielwerken. Sieh 4. 5. mémoire sur l'electricité par M. Du Fay. *mem. de l'acad. roy. des sc.* 1733. p. 475. 1734. p. 341. — Cavallo, vollst. Abh. 3. Th. 5. Kap. und Zus. des Uebersetzers S. 251. u. f. — Adams, Versuch über die Elektrizität.

Cantons und Franklins Versuche über Elektrische Atmosphären, und was Wilke und Aepinus darunter verstehen, beschreibt Priestley in der Gesch. der Eleltr. 1. Th. 5. Abschn. — Sieh ferner, Pr. Beck, kurzer Entwurf der Lehre von der Elektrizität. Salzb. 1787. S. 101. u. f.

jedoch so, daß ihre Elektrizität derjenigen entgegengesetzt ist, welche der elektrisirte Körper hat. *

§. 158.

Geriebene Nichtleiter theilen den Leitern, welche sie berühren, ihre Elektrizität nicht zugleich und auf einmal mit, sondern nur einen Theil davon. Wenn z. B. die elektrisirte gläserne Röhre und Kugel mit dem Finger oder einem andern Leiter berühret wird; springt ein Funken heraus, und dieses geschieht so oft, als ein anderer Theil des Glases berührt wird, bis endlich dasselbe nach mehrmal wiederholten Berührungen aller seiner Elektrizität beraubt ist. Hingegen wenn einn isolirter und elektrisirter Leiter von einem andern Leiter berührt wird: so verliert derselbe dadurch auf einmal alle seine Elektrizität.

Uebrigens sind die Wirkungen eines isolirten und von einem Nichtleiter elektrisirten Leiters die nämlichen, wie bei den elektrisirten Nichleitern. Leichte Körper werden angezogen und zurückgestoßen; Funken lassen sich ausziehen. ꝛc.

§. 159.

Wenn mit einem isolirten und elektrisirten Konduktor A ein anderer ebenfalls isolirter Konduktor B kommunizirt; so wird dieser einen Theil von der Elektrizität des Konduktors A bekommen, und beyde geben

* J. C. Wilke, de electricitatibus contrariis. Rostoch. 1757. — F. V. Aepinus, tentamen theoriae electricitatis. Petrop. 1759.

geben elektrische Zeichen von sich. Indessen wird die elektrische Kraft nicht allzeit gleichartig, weder nach dem Verhältnisse der Massen, sondern nach folgenden Gesetzen vertheilt, wie die Elektrometer anzeigen.*

1) Sind die Oberflächen gleich; so wird auch die elektrische Kraft in beyden Konduktoren gleichartig vertheilt.

2) Sind zwar die Oberflächen gleich, aber unähnlich; so wird die elektrische Kraft bey demjenigen Konduktor größer seyn, dessen Oberfläche mehr in die Länge ausgedehnt ist.

3) Sind die Oberflächen ungleich und unähnlich; so pflegt die elektrische Kraft zu seyn im zusammengesetzten Verhältnisse aus der Größe der Oberflächen, und aus der Ausdehnung derselben in die Länge, wie die Versuche gewöhnlich zeigen, und aus beyden vorhergehenden Regeln zu schließen ist.

§. 160.

Der elektrische Funken bricht aus dem Konduktor A auf einen andern B auf eine größere oder geringere Entfernung, mit einem größern oder kleinern Lichte, und mit einem stärkern oder schwächern Schalle aus, nachdem 1) die elektrische Kraft größer oder kleiner ist; 2) nachdem der Leiter B ein mehr oder weniger vollkommener Leiter ist; und 3) nach dem die

* Die Angaben dieses §. anschaulich zu machen, bedient man sich am füglichsten des von Henly 1772 erfundenen Quadrantenelektrometers, oder Ellicots elektrischer Wage. *philos. trans. vol.* 45. n. 486. *vol.* 62. n. 26.

die Theile, aus welchen oder in welche der Funken fährt, spitzig oder stumpf sind. Ein spitziger Leiter strömt zwar die elektrische Materie auf eine größere Entfernung aus, aber auch mit einem schwächern Lichte und Schalle, als ein stumpfer oder in eine Kugel sich endigender Leiter. Eben so zieht auch der Konduktor B, wenn er spitzig und dem elektrisirten Konduktor A entgegen gesetzt ist, die Elektrizität in einer größern Entfernung an sich, als ein stumpfer, aber mit einem schwachen Lichte und ohne Geräusch.*

§. 161.

* Die vorhergehenden und noch folgenden §§. dieses Artikels sind schier ganz aus Cavallo 1. Th. 5. Kap. entlehnt. — Die Versuche über die §. 160. angeführten Stellen werden gewöhnlich mit spitzigen oder mit einer Kugel versehenen metallenen Leitern gemacht, welche in einer gewissen Entfernung dem Hauptleiter, oder sogenannten ersten Leiter der Maschine entgegengestellt werden. Die Weite, in welcher der Uebersprung des Funkens geschieht, heißt die Schlagweite. Darauf gründet sich Lane's Ausladungselektrometer *philos. trans. vol.* 57. p. 451. welcher an der leidner Flasche schicklich angebracht wird, um immer Funken oder Schläge von gleicher Stärke zu erhalten. — Von dem elektrischen Lichte handelt umständlich Du Fay, 6. 7. 8. memoire sur l'electricité. *mem. de l'acad. roy. des sc.* 1737. p. 86. 307. Hier auch etwas von der bosischen Beatifikation, apotheosis electrica. Priestley, Geschichte S. 101. — Versuche mit den Blitztafeln u. d. gl.

§. 161.

In einer sehr dünnen Luft, und noch mehr in einem ganz luftleeren Raume ist das elektrische Licht viel lebhafter. Z. B. 1) wenn das Quecksilber in der torricellischen Röhre schnell fällt, oder steiget; beobachtet man oben in dem leeren Raume helle Blitze.*

2) Wenn in gläsernen Röhren mittelst der Luftpumpe oder des Feuers die Luft sehr verdünnt worden ist; und das eine Ende derselben mit der Hand gerieben, oder an einen elektrisirten Konduktor gebracht wird: so ergießen sich Lichtstralen, wie bey dem Nordscheine,** von einem Ende der Röhre bis zum andern, welche auch noch einige Zeit sichtbar bleiben, wenn auch die Röhre von dem Konduktor entfernt wird; ja sogar, nachdem sie schon verschwunden sind, erscheinen sie wieder von neuem, wenn die Röhre nur mit der Hand berührt wird.

3) Wenn

* Musschenbroek, essai de physique, hat bemerkt, daß das Leuchten in völlig luftleerem Raume nicht geschehe. Hingegen wenn ein sehr gutes Barometer nicht leuchtet; kann es durch ein hineingelassenes Luftbläschen leuchtend gemacht werden. Der boylische leere Raum ist bekanntlich nicht ganz ohne Luft. — Besondere Versuche über das Leuchten des Barometers s. bey J. H. Waitz, Abhandlung von der Elektrizität. Berlin 1745. — Elektrische Experimente im luftleeren Raume von J. F. Hartmann. Hannov. 1766.

** Daraus wollen viele die Phänomene des natürlichen Nordscheins erklären.

3) Wenn mittelst der Luftpumpe aus einem gläsernen Gefäße, in welches von oben ein metallener nicht sehr spitziger Drat nicht gar bis auf den Teller der Pumpe eingelassen ist, die Luft ausgezogen wird; und der äußere Theil des Drats mit dem elektrisirten Konduktor der Maschine verbunden ist: so fließt aus dem Drate ein heller Lichtstrom, der sich um so weiter und häufiger unter dem Rezipient verbreitet, je mehr die Luft verdünnt ist.

4) Wenn der Drat mit einer Kugel A versehen ist, (Fig. 18.) und von dem Teller, worauf der Rezipient steht, ein anderer Drat mit einer Kugel B, ungefehr vier Zolle von A entfernt, aufgerichtet steht: so erscheint an der untern Halbkugel A eine helle Atmosphäre, so lange der metallene Drat außer dem Rezipient mit einem positiv elektrisirten Konduktor in Verbindung steht; da indessen die Kugel B gar nicht erleuchtet wird. Ist aber der Drat mit einem negativ elektrisirten Konduktor verbunden: so erscheiut die obere Halbkugel B hell erleuchtet; und die Kugel A ist ohne Licht.*

§. 162.

Leicht entzündbare Körper, z. B. Weingeist, Schießpulver, brennbare Luft werden von dem elektrischen

* Nollet, recherches sur les causes particulières des phénomenes electriques. Paris 1749. p. 236. 243. — Priestley, Gesch. der Elektr. 1. Th. 8. Abschn. Versuche von Watson, Wilson, Canton, Beccaria. Ferner 7. Th. 3. Abschn.

trischen Funken, er sey positiv oder negativ, entzündet.*

§. 163.

Die Fortpflanzung der Elektrizität geschieht durch gute Leiter außerordentlich geschwinde, und schier augenblicklich, wenn die elektrische Kraft stark ist. Beccaria hat durch angestellte Versuche bewiesen, daß sie sich in einer Sekunde durch einen Eisendrat auf 500 Schuhe verbreitet hat.**

§. 164.

Wenn metallene Gefäße mit Wasser angefüllt und isolirt elektrisirt werden; lassen sich beym Auslaufen des Wassers durch Röhren folgende Wirkungen beobachten.

1) Der Wasserstral wird zwar in mehrere kleinere sich weit umher verbreitende zertheilt; aber die Geschwindigkeit des auslaufenden Wassers wird weder vermehrt, weder vermindert, wenn nur der Durchmesser der Röhre an der Oeffnung nicht kleiner, als eine Linie ist.

2) Wenn die Oeffnung kleiner ist, als eine Linie, doch noch so weit, daß das Wasser ununterbrochen auslaufen kann; so wird seine Geschwindigkeit in etwas vermehrt.

3) Ist

* Entzündungen auf Wasser, elektrische Lampen, Pickels Pistolen u. d. gl. Bey manchen Entzündungen ist die Verstärkung der Elektrizität hinderlich, bey andern nothwendig.

** Sieh unten §. 166. n. 4. Note.

3) Ist es ein Haarröhrchen, durch welches das Wasser in seinem gewöhnlichen Zustande nur Tropfenweise zufließen pflegt; so verursacht die Elektrizität, daß es nicht nur ununterbrochen fließe, und in mehrere kleinere Wasserfäden zertheilt werde, sondern daß es auch geschwinder fließe, und zwar um so mehr, je enger die Haarröhrchen sind.

4) Ist das Haarröhrchen so eng, daß nicht einmal ein Tröpfchen Wasser für sich selbst durchdringt; so treibt es die elektrische Kraft nicht allein durch, sondern macht auch, daß es einen ununterbrochenen Wasserfaden bildet.

Anmerk. Aus diesem läßt sich wenigstens zum Theile die Ursache gewisser Wirkungen geben, welche wir in Thier- und Pflanzenkörpern von der Elektrizität entstehen sehen; warum z. B. die Entwickelung der organischen Körper dadurch befördert, die Samen der Pflanzen geschwinder zur Zeitigung, wie auch zu schnellerem Aufkeimen und Wachsen gebracht, die Ausdünstungen vermehrt werden, u. s. w. *

IV. Arti-

* Vieles, was hiervon erzählt wird, ist noch nicht so durch die Erfahrung bestättigt, daß es nicht auch von andern Ursachen, ohne Elektrizität, hätte herkommen können. Indessen ist soviel gewiß, daß die mitgetheilte Elektrizität den Umlauf des Blutes im thierischen Körper beschleunige, die Ausdünstung befördere, und die Absonderung in den Drüsen vermehre. Die Anzahl der Pulsschläge soll durch das Elektrisiren ungefehr um ein Sechstel vermehrt werden; und Gerhard, *nouv. mem. de Berlin*,

IV. Artikel.

Phänomene der verstärkten Elektrizität.

§. 165.

Die Elektrizität zu verstärken gebraucht man ein mit Metalle belegtes Glas, vitrum armatum, fortificatum. * Man nehme z. B. eine dünne viereckigte Glastafel, und belege ihre obere und untere Fläche mit

Berlin 1772. behauptet, daß dieselbe sogar bisweilen verdoppelt, wiewohl auch vermindert werde. Sieh über diesen Artikel J. Kies, dissertatio de effectibus electricitatis in quaedam corpora organica. Tubing. 1775. Achard, chem. Schriften S. 241. von einer neuen Art, ohne künstliche oder natürliche Wärme, durch die Elektrizität Hüner auszubrüten. Priestley, Gesch. 1. Th. 4. Abschn. Versuche an Thieren und andern organisirten Körpern, welche vornemlich von Nollet, recherches sur les causes &c. angestellt worden sind.

* Herr von Kleist, Domdechant zu Camin in Pommern, war der erste, welcher am 11. Oktob. 1745. die Wirkung der verstärkten Elektrizität entdeckte; davon hat auch der Kleistische Versuch seinen Namen. Cunäus, ein ansehnlicher Privatmann in Leiden, soll auch schon in dem nämlichen Jahre zufälliger Weise auf den Versuch gerathen seyn, den hernach Musschenbroek und Allamand, Professoren zu Leiden, wiederholten, und zu Anfange des Jahres 1746. in Briefen an Reaumur und Nollet

mit Metallblätchen, dergestalten, daß der Rand rings-herum oben und unten einige Zolle breit unbelegt bleibe, damit die Belegungen, (Armatur) nämlich die obere und die untere, nicht mit einader kommunizi-ren. Ein solches Glas wird das franklinische Qua-drat genannt, quadratum Franklini. Die leidner Flasche, lagena leidensis, ist ein gläsernes Gefäß, welches auswendig und inwendig in gleicher Höhe bis auf zwey oder drey Zolle unter dem obern Rande mit Metallblättchen belegt ist. Das so bewaffnete Ge-fäß wird mit einer leitenden Materie z. B. mit Quecksilber, Eisenfeilspänen oder einem andern Me-talle,

Nollet bekannt machten. Daher ist der Name, Musschen-broekischer Versuch, leidner Flasche, entstanden. *Mem. de l'acad. des sc.* 1746. p. 2. Abhandl. der Na-turforschenden Gesellsch. in Danzig. 1. Th. 1747. S. 512. Krüger, Geschichte der Erde, Halle 1746. S. 177. — Stephan Gray ist schon 1735. auf die Spur gekommen, ohne dieselbe weiter zu verfolgen. *philos. trans.* n. 436. J. D. Titius, de electrici experimenti lugdunensis in-ventore primo. Witteb. 1771. — Gralath und Winkler haben zuerst der Erfindung etwas hinzugesetzt; die mei-sten Erweiterungen in den ersten Jahren von 1748. ꝛc. machten Watson in England, Nollet und Le Monnier in Frankreich, Franklin in Amerika; nach diesen, wie Priestleys Gesch. S. 179. u. f. erzählt, vorzüglich Wilke, Aepinus, Beccaria. Unter den neuern sind Volta, Ca-vallo, Henly, Nairne, Adams, Sigaud de la Fond, Lord Mahon, u. a. m. welche vielfältige Versuche mit Ladungsflaschen gemacht, und den dazu gehörigen Appa-rat vermehrt oder verbessert haben.

talle, so weit die Belegung reicht, angefüllt; und oben mit Peche oder einem andern Harzkörper bedeckt, doch so, daß durch die Mitte ein metallener Drat geht, welcher mit einem Ende in die Materie, womit die Flasche gefüllt ist, versenkt ist, am andern, dem äußern, einen Knopf hat, der an den Konduktor der Maschine pflegt gehalten zu werden.*

§. 166.

1) Der Konduktor der Maschine kommunizire mit der innern Belegung der leidner Flasche, die äußere Belegung mit der Erde; so wird durch das Elek-

* Die ersten Versuche wurden mit Flaschen mit Wasser gemacht. Sieh J. H. Winkler, die Stärke der elektrischen Kraft des Wassers in gläsernen Gefäßen. Leipz. 1746. Andere nahmen Essig, Weingeist, Baumöl, Salpeterwasser, Bleyschrot rc. und glaubten damit die Ladung zu verstärken. Aber schon Watson hat gefunden, daß die Stärke des Schlages nicht von der Menge der Materie in der Flasche, sondern blos von der Größe der Fläche, die sie berührt, abhange; und daß die Armatur nur als Leiter diene. Dieses hat veranlasset, die Belegung bequemer und schicklicher mit Stanniol zu machen, ohne daß man sonst noch etwas in die Flaschen fülle. Daß aber die Ladung sich nicht in der Belegung finde, sondern auf der Glasfläche selbst, wird daraus bewiesen, weil man die Belegungen abnehmen kann, und die Ladung doch in der Flasche bleibt. — Zur Belegung dient auch sehr verdünnte Luft. — Wie elektrische Ladung durch mehr Körper als Glas erhalten werden könne, zeigt J. C. Wilke, schwed. Abhandl. 1758. S. 241.

Elektrisiren mit der Glaskugel die innere Belegung positiv elektrisch. Wenn dabey das Elektrometer AB (Fig. 16) an dem Konduktor hängt; so spreuzen sich die Korkkügelchen nicht so geschwinde auseinander, als wenn der Konduktor ohne Verbindung mit der Flasche elektrisirt wird. Indessen sobald sie soweit auseinander gefahren sind, als sie sonst ohne Gebrauch der Flasche beym Elektrisiren zu seyn pflegen; ist es ein Anzeichen, daß die Flasche vollkommen geladen sey.

2) Die Flasche wird auf folgende Weise entladen. Ein bogenförmiger, an beyden Enden mit einer Kugel versehener metallener Drat, ein Ableiter, Auslader, werde so mit der Hand gehalten, daß zuerst die äußere Belegung mit dem einen Ende, hernach der mit der innern Belegung verbundene Konduktor mit dem andere Ende berührt werde. Alsobald wird an dem Orte der Berührung zwischen dem Konduktor und der Kugel des gebogenen Ableiters ein lebhafter Funken, wie eine feurige Kugel, mit einem Geräusche und Schlage ausbrechen; und hiemit ist die Flasche entladen.

3) Wenn der Ableiter, statt der Kugeln, in Spitzen ausläuft, und wie vorher an die Flasche gebracht wird; so entladet sich die dieselbe nicht auf einmal, sondern nach und nach und ohne Schlag; an der Spitze, welche mit der innern Belegung kommunizirt, erscheint ein Sternchen; an der andern Spitze aber, welche der äußern Belegung entgegensteht, sieht man einen leuchtenden Kegel, dessen Grundfläche gegen die Belegung gerichtet ist.

4) Wenn Jemand mit der einen Hand die äußere Belegung der geladenen Flasche, mit der andern den oben aus der Flasche hervorstehenden Knopf oder den mit der innern Belegung kommunizirenden Konduktor der Maschine berührt; bricht nicht nur allein am Orte der Berührung ein starker Funken aus, sondern man verspürt auch in den Armen und an der Brust eine heftige Erschütterung. Wenn mehrere Personen einander berühren, und der erste davon die äußere Belegung der Flasche, der letzte den metallenen Knopf anrührt; so empfinden alle einen Schlag, sie mögen isolirt seyn, oder auf dem Boden stehen. Die Linie, durch welche dieser Schlag fortgeht, wird der Erschütterungskreis genannt, circulus succussionis.*

Wenn

* Es ist nicht nöthig, daß der Verbindungskreis aus einem einzigen ununterbrochenen Leiter bestehe. So können nebst vielen Personen, die einander anfassen, noch mancherley Körper, wenn sie nur Leiter sind, in Kreis kommen. Der Schlag geht aber immer durch die besten Leiter, besonders wenn diese zugleich den kürzesten Weg zeigen. Deswegen wenn Personen im Kreise auf einem feuchten Boden stehen, oder mittelst eines metallenen Drats mit andern beyderseits kommunizíren: so empfinden sie den Schlag nicht. Wie sogar Wasser eines Flusses in die Verbindung mitkommen könne, zeigte Winkler schon 1746. zu Leipzig in der Pleisse. Watson leitete 1747. den elektrischen Schlag in einem Augenblicke vier englische Meilen weit, nämlich zwo Meilen durch Drat, und zwo durch einen trocknen Erdboden, den er mit in den Verbindungskreis nahm, Priestleys Gesch. S. 59. 71. 73.

Wenn es rathsam ist, daß ein kranker Körpertheil, z. B. das Knie, einen elektrischen Schlag bekomme; zieht man ein Kettchen ober dem Knie um den Schenkel herum, und ein anderes unter dem Knie um das Schienbein; alsdenn verbindet man das eine mit der äußern Belegung der geladenen Flasche, und mit dem andern berührt man den Konduktor, so wird der Schlag durch das Knie gehen. Wie stark dieser Schlag sey, oder ob er jedesmal gleich stark sey, zeigt das Elektrometer. *

§. 167.

73. ꝛc. Was hier gegen die Geschwindigkeit des elektrischen Schlags kann eingewendet werden, hievon s. Volta's Versuche in Rozier, *journal de physique* 1779. und bey Priestley l. c. 1. Th. 2. Abschn. am Ende.

* Hierzu dient vorzüglich das Elektrometer von Lane. — Von der medizinischen Elektrizität handeln besonders Cavallo, Versuch über die Theorie und Anwendung der medizinischen Elektrizität, a. d. Engl. Leipz. 1782. und C. G. Kühn, Geschichte der phys. und medizinischen Elektr. und der neuesten Versuche. 1. Th. Leipz. 1783. Ferner Hartmann, angewandte Elektrizität bey Krankheiten des menschlichen Körpers. Hannov. 1770. — Daß das Elektrisiren in mancherley Krankheiten heilsam sey, ist eine aus der vielfältigen Erfahrung ausgemachte Sache. Jallabert, Sauvages, Lovet, Wesley, De Haen, Fothergill, Birch, u. a. m. machten damit viele glückliche Kuren. Nur muß mit Behutsamkeit zu Werke gegangen werden. Man hat vier Grade der medizinischen Elektrizität, das Ausströmen, schwache Funken, stärkere Funken, schwache Schläge. Zum Ausströmen, mit welchem

§. 167.

Ist die äußere Armatur der Flasche isolirt; so kann zwar die innere Belegung elektrisch, aber nicht geladen werden. Sie muß deswegen mit Leitern in Verbindung stehen. Wenn eine isolirte Flasche so gestellt wird, daß ihr oben heraussehender Leiter ungefehr einen halben Zoll vom dem Konduktor der Maschine entfernt ist, und die äußere Belegung eben so weit von einem mit der Erde kommunizirenden Leiter absteht: so fahren aus dem Konduktor der Maschine mehrere aufeinander folgende Funken auf den Leiter der Flasche, und eben so viele aus der äußern Belegung auf den benachbarten Leiter; und die Flasche ladet sich.

Werden zwo oder mehrere isolirte Flaschen aneinander gehängt, und so miteinander verbunden, daß die Kette, welche an der äußern Armatur der ersten Flasche A und an der elektrischen Maschine hängt, mit der innern Belegung der Flasche B kommunizirt, und die äußere Belegung der Flasche B, eben so mit der Flasche C, u. s. w. so werden alle Flaschen zugleich geladen.

§. 168.

Von dieser Zusammensetzung mehrerer Flaschen miteinander ist jene unterschieden, wodurch die innern Be-

chem der Anfang gemacht wird, braucht man besondere Instrumente, welche Direktoren genannt werden. Sie bestehen aus einem messingenen, umgebogenen, an dem einen Ende zugespitzten oder mit einem spitzigen Holze versehenen Drate mit einem gläsernen Handgriffe. Priestleys Gesch. S. 260. u. f.

Belegungen mehrer Flaschen unter sich und mit dem Konduktor der Maschine verbunden werden, so daß die Elektrizität unmittelbar aus dem Konduktor denselben zugeführt wird; da die äußern Belegungen mittel- oder unmittelbar unter sich und mit der Erde verbunden sind, so daß alle zugleich entladen werden können.* Diese Einrichtung heißt die elektrische Batterie, mittelst welcher Verstärkung erstaunliche Wirkungen hervorgebracht werden. Fische, Vögel und andere kleine Thiere,** welche sich in dem Erschütterungskreise befinden, können dadurch getödtet werden. Der heftig und gewaltsam ausbrechende Funken durchlöchert ganze Bücher Papier, u. d. gl. schmelzt Metalldrate; macht Metallblättchen zwischen zusammengepreßten Glastafeln, u. s. m. augenblicklich flüßig, und brennt sie auf die Oberfläche derselben ein; zerschmettert dicke beschwerte Glasplatten; giebt und nimmt dem Eisen die magnetische Kraft, und verändert nicht selten die Pole der Magnetnadel; stellt aus den metallischen Kalken durch wiederholte Schläge die Metalle wieder her; und macht verschiedene Dünste oder Luftarten phlogistischer, als sie zuvor waren.

Wenn

* Gralath in Danzig hat zuerst mehrere mit Wasser gefüllte Destillirkolben miteinander verbnnden, die Elektrizität zn verstärken. Franklin brauchte statt der Flaschen viereckichte Glastafeln; und gab dieser Einrichtung deu Namen der elektrischen Batterie. s. seine Briefe übersetzt von Wilke, Leipz. 1758. S. 36.

** Auch große Thiere bey gewissen Veranstaltungen.

Wenn ein Eisendrat, durch welchen die Flasche entladen wird, durch einen gläsernen mit Wasser gefüllten und mit Siegellack u. d. gl. verstopften Zylinder geht; wird dieser durch den überspringenden Funken oft zerschmettert, und das Wässer zerstreuet u. s. w. *

§. 169.

* Bekanntlich geht der elektrische Schlag nicht durch Nichtleiter, außer wenn er stark genug ist, sie mit Gewalt zu durchbrechen. Wenn daher in dem Verbindungskreise oder zwischen der positiven und negativen Seite ein Nichtleiter, z. B. ein Glas ist: so kann dieser zerschmettert werden, wie durch Henly's Auslader geschieht. So entstehen auch die Funken, Schläge und der Knall zwischen den Gliedern der elektrisirten Kettchen und zwischen den nahe aneinander liegenden Stanniolblättchen, u. d. gl. auf den Blitztafeln, wo der Funken die Luft durchbrechen muß. Allerley hierher gehörige elektrische Spielwerke, wovon Nollet der Erfinder ist, s. in Guyots physikalischen und mathematischen Belustigungen, 4. Th.

Mit unvollkommenen Leitern, welche man mit in die Verbindung bringt, z. B. durch eine angefeuchtete Bindkordel, ein Stückchen Holz, eine inwendig nasse Glasröhre, erhält man schneidende, nicht erschütternde Funken, womit man Zunder und zerstreutes Schießpulver, ohne Patronen, anzünden kann. Lichtenberg, goth. Magaz. in 2. B. 2. St. — Viele andere Versuche mit der leidner Flasche s. bey Cavallo 3. Th. 7. K. — Adams Versuch 7. K. — Cuthbertson, Abh. S. 44. u. f. — Donndorf, Lehre von der Elektr. 1. B. S. 344. 2. B. S. 825, u. f.

§. 169.

Eine gut geladene Flasche behält lange ihre Elektrizität, wenn nur der Metalldrat oder Leiter, welcher von der innern Armatur oben herausschauet, glatt und ohne Spitzen ist. Denn wenn sich dieser Leiter in Spitzen endiget, oder wenn einige Nadeln auf den Knopf gelegt werden; entladen sich Flaschen allmälig in kurzer Zeit. Hierbey ist zu bemerken, daß, indem sich die Flasche auf diese Weise entladet, die umstehende Luft positiv elektrisch werde, und auch noch, wie das Elektrometer zeigt, einige Zeit lange bleibe, obschon die Maschine mit der Flasche entfernt wird. **

§. 170.

Wenn statt der Glaskugel eine Kugel von Schwefel oder einer andern Harzmaterie gebraucht, und gerieben wird; so wird die äußere Belegung der Flasche, wenn sie mit der Erde kommunizirt, positiv, die innere Belegung aber negativ elektrisch; übrigens aber erscheinen schier die nämlichen Wirkungen, wie bey der Glasmaschine. Ist der Leiter, welcher mit der innern Belegung verbunden ist, spitzig; so entladet sich die Flasche in kurzer Zeit, wie §. 169. die umstehende Luft aber wird negativ elektrisch.

V. Ar-

** Eine geladene Flasche, die man bey sich tragen kann. Cavallo vollst. Abhandl. von der Elektr. S. 274.

V. Artikel.

Das Elektrophor.

§. 171.

Man verfertige eine metallene oder eine mit Stanniol oder Goldpapier überzogene hölzerne Scheibe von einem oder zween Schuhen im Durchmesser. Diese Scheibe umfasse man mit einem metallenen oder hölzernen Reife so, daß dieser ringsherum einige Zolle über der Scheibe in die Höhe gehet, und eine flache Schüssel bildet. Man lege die Scheibe wagerecht, und gieße auf dieselbe eine Mischung von geschmolzenem gemeinem Harze und burgundischem Peche, und auch etwas wenig Terpentin, daß die Mischung zäher werde, und beym Erkalten nicht so leicht springe.

Diese Mischung heißt gewöhnlich der Kuchen, placenta. Man mache noch eine Zirkelscheibe von Holze oder Pappendeckel, deren Durchmesser 3 bis 4 Zolle kleiner sey, als der oben angegebene; und überziehe sie mit Stanniol.

Auf der obern Fläche dieser Scheibe befestige man seidene ungefehr anderthalb Schuhe lange Schnüre, womit man dieselbe in einer allzeit horizontalen Richtung in die Höhe heben könne. Diese Scheibe wird der Hut oder Deckel, pileus, genannt.*

§. 172.

* Man kann auch in die Mitte des Hutes einen gläsernen Handgriff anküttten, damit er in einer jeden Lage gehalten und bewegt werden könne.

§. 172.

Erfahr. Die metallene Scheibe kommunizire mit der Erde, oder mit andern Leitern; und den Kuchen reibe man mit einem Hasen- oder Katzenpelze, oder mit einem Wollenzeuge. Hernach lege man den Hut auf den Kuchen, und berühre ihn mit dem Finger oder mit einem andern Leiter. Hebt man nach dieser Verrichtung den Hut mit den Seidenfäden auf, und bringt alsdenn einen Leiter daran; so bricht ein Funken aus, und die Elektrizität des Huts hört auf. Wenn der Hut auf dem geriebenen Kuchen liegt, und erst mit einem Finger der metallene Rand der Scheibe, hernach mit dem andern der Hut berührt wird; empfinden beyde Finger einen Stich.

Wenn der aufgehobene Hut von neuem auf den Kuchen gelegt und berührt wird; so wird er wieder elektrisch, ohne daß es nöthig sey, den Kuchen von neuem zu reiben. Weil dieses nicht nur ein- oder mehrmal nach einander beobachtet wird; sondern auch der einmal geriebene Kuchen oft nach Verlauf mehrerer Tage die Zeichen der Elektrizität von sich giebt; daher wird dieses Werkzeug **Elektrizitätsträger**, oder **Bewahrer**, electrophorum, genannt.* An den einzelnen Theilen des Elektrophors ist folgendes zu beobachten.

§. 173.

* Die erste Erfindung des Elektrophors ist eigentlich dem H. Wilke zu verdanken; es führt aber den Namen von Pr. Volta, von dem es seine völlige Einrichtung erhalten hat. Sieh Lettre de M. Alex. Volta, sur l'electrophore

§. 173.

Erfahr. Man lege den Kuchen ohne die metallene Scheibe auf unterschiedliche Körper, Leiter und Nichtleiter, z. B. auf Glas, Wachs, Wolle, Leder ꝛc. und reibe ihn mit einem warmen Hasenpelze. Wenn hernach gegen den senkrecht aufgestellten Kuchen ein isolirtes Korkkügelchen in einiger Entfernung gehalten wird; so wird es von ihm angezogen, und zurückgestoßen. Legt man den Hut auf den Kuchen, berührt ihn mit dem Finger, und hebt ihn mit den Seidenfäden auf; so springt ein Funken heraus, sobald er mit einem Leiter berührt wird. Dieses kann mehrmal wiederholt werden, ohne daß der Kuchen von neuem gerieben werde.

Lehrs. Folglich ist die metallene Scheibe kein wesentliches Stück des Elektrophors; und es wird auch nicht erfodert, daß die Unterfläche des Kuchens mit der Erde oder mit andern Leitern in Verbindung stehe, wie man sonst insgemein dafür gehalten hat.

§. 174.

Erfahr. 1. Wenn zwey an einem Seidenfaden hangende Korkkügelchen gegen den geriebenen und aufrecht stehenden Kuchen gehalten werden; gehen sie also bald zu demselben, fahren aber gleich wieder zurücke und auseinander. Kommen sie in die Nachbar-

phore perpetuel de son invention. *Rozier observ. sur la physique.* t. 8. Juilet, 1776. — A. Socin, Anfangsgr. der Elektr. Hanau, 1778. p. 92. — Lichtenbergs Zusatz vom Elektrophor, §. 538. Erxleb. Naturl.

barschaft anderer Kügelchen, welche positiv elektrisch sind; werden sie von denselben angezogen, und vereinigen sich mit ihnen.

Erfahr. 2. Man halte an den geriebenen Kuchen im Dunkeln eine metallene Spitze; so wird man einen leuchtenden Kegel erblicken, dessen Basis dem Kuchen entgegengesetzt ist.

Lehrs. Folglich ist die geriebene Oberfläche des Harzkuchens negativ elektrisch. (§. 154.)

§. 175.

Erfahr. 1. Wenn der Hut in die Höhe gehoben, und demselben eine metallene Spitze entgegengehalten wird; erscheint auf der Spitze ein Sternchen.

Erfahr. 2. Man lege den nämlichen metallenen Körper auf den Hut, so daß die Spitze über den Rand des Huts reiche; man setze hernach den Hut auf den geriebenen Kuchen, und berühre ihn mit dem Finger. Wenn er aufgehoben wird; zeigt sich an der Spitze des Metalls ein leuchtender Kegel, dessen Grundfläche gegen die Luft oder gegen einen andern entgegenstehenden Körper gewendet ist.

Lehrs. Folglich ist der Hut positiv elektrisch. (§. 154.) Das nämliche beweisen die Korkkügelchen.

Wie der Hut positiv elektrisch werde, wird weiter unten bey der Theorie der Elektrizität erklärt werden.

§. 176.

Erfahr. 1. Man isolire das Elektrophor, und berühre zuerst die metallene Scheibe mit einem Fin-

ger, hernach mit dem andern den Hut; so wird ein heftig stechender Funken ausfahren. Wird der Hut aufgehoben, und in einer Entfernung von einigen Zollen dem Rande der Scheibe entgegen gehalten; so wird ein dazwischen hangendes isolirtes Korkkügelchen wechselweise hin- und her schwingen.

Erfahr. 2. Wird nach aufgehobenem Hute ein zugespitztes Metall gegen die Scheibe gehalten; so erscheint an der Spitze ein leuchtender Kegel, welcher mit seiner Grundfläche gegen die Scheibe steht.

Lehrs. Folglich ist die Elektrizität der mit dem Finger berührten Scheibe und des Hutes verschieden. Weil der Hut positiv elektrisch ist; so ist die Scheibe negativ.*

VI. Ar-

* Hier noch etwas von der Einrichtung des von Pr. Lichtenberg erfundenen **doppelten Elektrophors**, wodurch man die positive und negative Elektrizität ganz bequem neben einander haben kann. Sieh **goth. Magaz.** 1. B. 2. St. 42. S. — Ferner ebendesselben Versuche, als Mittel, die Beschaffenheit und Bewegung der elektrischen Materie durch Figuren zu untersuchen, welche erscheinen, wenn man mit positiv und negativ geladenen Flaschen Zeichnungen macht, und sie mit Hexenpulver oder klein gestoßenem Kolophonium bestreuet. Nov. comm. soc. Goett. t. 8. 1777. und Class. math. t. 1. 1778.

VI. Artikel.

Der Kondensator oder das Mikroelektrometer.

§. 177.

Der Kondensator * ist eine Art von Elektrophor, und besteht statt der metallenen Scheibe und des Harzkuchens aus einem unvollkommenen Leiter, z. B. einer polirten Marmorplatte, welcher durch das Feuer alle Feuchtigkeit ist benommen worden, oder aus einem gut getrockneten Holze, worauf der Hut des Elektrophors gelegt wird.

§. 178.

Erscheinungen. 1) Man lege auf die Marmorplatte den Hut des Elektrophors, und gebe ihm mittelst der Elektrisirmaschine einen geringen, jedoch bestimmten Grad der Elektrizität, den man an dem Quadrant des Elektrometers bemessen kann. Man lege auch einen eben so großen Hut auf eine Glas-

tafel,

* Diese elektrische Geräthschaft ist von Volta, Professor zu Pavia, erfunden, und angegeben worden, die allerschwächsten Grade der Elektrizität dadurch merklich zu machen. Daher ist auch der Name **Mikroelektrometer** entstanden. Rozier, *journal de physique*, *May*, *Juilet*, *Aout*. 1783.

tafel, und elektrisire ihn auf eben die Art in gleichem Grade. Man wird beobachten, daß der Hut des Kondensators, nachdem er mit den Seidenfäden in die Höhe gehoben ist, mehr elektrisch sey, als der aufgehobene Hut der Glastafel.

2) Man gebe dem an Seidenfäden hangenden Hute A 10 Grade Elektrizität, und dem gleichen Hute B in der nämlichen Verfassung auch 10 Grade. Nachdem der Hut A auf eine Glasplatte, der Hut B auf eine Marmorplatte ist gelegt worden, untersuche man mittelst des Elektrometers ihre Elektrizität: so wird man finden, daß der Hut A etwa 9 Grade, der Hut B aber nur 5 Grade Elektrizität habe. Wenn nach diesem Versuche die beyden Hüte von neuem mit gleicher Kraft elektrisirt, und aufgehoben werden; so äußert der Hut von der Marmorplatte eine größere Elektrizität, als der andere von der Glasplatte.

3) Die gemeine Elektrisirmaschine ist bisweilen so beschaffen, daß sie an dem Konduktor wenig oder gar keine Wirkung thut. Kommunizirt aber dieser Konduktor mit dem Hute der Marmorplatte; so wird man diesen, nachdem er aufgehoben ist, merklich elektrisch finden.

4) Wenn der Hut auf der Marmorplatte an jedem Leiter, Metalle und Kohlen ausgenommen, gerieben wird; äußert er in die Höhe gehoben eine elektrische Kraft. Ja sogar wenn Metalle mit der

Hand

Hand oder mit einem andern Leiter gerieben, und an den Hut auf der Marmorplatte gebracht werden; dieser Hut aber den Hut eines andern Kondensators berührt : so wird dieser letztere, wenn er mit den Seidenfäden aufgehoben wird, Zeichen der Elektrizität von sich geben. Demnach können auch die Metalle, wenn sie an Leitern gerieben werden, elektrisch gemacht werden. (§. 145. Anmerk. 3.)

5) Man isolire eine Kohlpfanne, und der Teller, worauf sie steht, sey mit dem Kondensator in Verbindung. Man bespritze die Kohlen mit Wasser; so wird alsobald Elektrizität an dem Kondensator verspürt werden, und zwar eine negative, zum offenbaren Anzeichen, daß die von den mit Wasser besprengten Kohlen aufsteigenden Dämpfe positiv elektrisch seyn.

VII. Artikel.

Theorie der Elektrizität.

§. 179.

Lehrs. Daß es eine besondere Materie gebe, von welcher die Wirkungen der Elektrizität verursacht werden, bezeugen alle unsere Sinne.

Denn 1) sieht man eine helle Flamme. 2) Beym Ausbrechen des elektrischen Funkens hört man einen

Schall. 3) Man verspürt einen schwefelartigen Geruch, wenn in einem Zimmer stark elektrisirt wird. 4) Der mit der Zunge aufgefangene elektrische Ausfluß erregt einen säuerlichten Geschmack. 5) Durch das Gefühl empfinden wir an dem Orte, wo die elektrische Materie ausströmet, eine Bewegung, wie von einem sanften Winde; und beym Ausbruche des Funkens einen Schlag. Wenn man mit der Hand nahe an die geriebene Glaskugel kömmt; so scheint es, als wenn dieselbe mit einer feinen Wolle oder mit einem Spinnengewebe berührt würde.

§. 180.

Lehrs. Die elektrische Materie ist sehr fein und flüßig.

Sie geht schier augenblicklich durch die dichtesten Metalle nach allen Richtungen.

§. 181.

Lehrs. Die elektrische Materie kömmt in vielen Eigenschaften mit der Feuermaterie überein; ist aber auch in manchen von derselben unterschieden.

Denn 1) gleichwie unser gemeines Feuer, also auch leuchtet die elektrische Materie, wo sie in gehöriger Menge erweckt wird; sie entzündet brennbare Körper, schmelzt die Metalle, macht flüßige Körper flüßiger, verwandelt sie in Dämpfe, beschleuniget die Ausdünstung. Das Quecksilber wird in dem Thermometer durch die elektrische Kraft merklich ausgedehnt, wie Kinnersley mit seinem Thermometer besonders beobachtet hat. Ebenderselbe hat durch die

Elek-

Elektrizität einen Messingdrat um einen ganzen Zoll verlängert, und endlich gar glühend gemacht. s. oeuvres de M. Franklin traduits par M. Dubourg t. 1. p. 207. 208. Durch das Reiben werden alle feste Körper, Leiter und Nichtleiter, positiv oder negativ elektrisch. (§. 145. Anmerk. 3. §. 178.) Durch die Wärme und durch die Elektrizität wird das Keimen der Pflanzen, wie auch die Ausbrütung der Eyer befördert.

Gleichwie das Feuer in gewisse Körper, z. B. in Metalle, Halbmetalle ꝛc. leichter und geschwinder, als in andere, eingeht, und dieselben erwärmt; auch die nämlichen Körper geschwinder wieder verläßt; also dringt auch das elektrische Feuer in ebendieselben leichter und geschwinder, und verläßt sie auch wieder ehender, als Glas und andere, wie Achard aus mehrern Versuchen erwiesen hat. s. nouveaux memoires de Berlin 1779.

Nach dieser Vergleichung und Uebereinstimmung sind mehrere Naturforscher veranlaßet worden, die elektrische Materie das elektrische Feuer zu nennen.*

Jedoch

* Nollet, essai sur l'electricité des corps, übers. Erfurt 1749. und recherches sur les causes particuliers des phénomenes electriques Paris 1749. hält die elektrische Materie für einerley mit dem Elementarfeuer, nur das sie mit andern aufgelösten Theilen der Körper verbunden modifizirt sey. Er erklärt die Phänomene durch gleichzeitige Aus- und Zuflüße; und nimmt zwischen der Harz- und Glaselektrizität keinen Unterschied an, als das jene schwächer, diese stärker sey. — Wilke, schwed. Abhandl. 23. B. 271. S. 25. B. 207. S. 39. B. 68. S. nachdem er

Jedoch 2) ist die elektrische Materie auch sehr von dem Feuer unterschieden. Das elektrische Feuer dringt schier augenblicklich in großer Menge in die Leiter ein, und bringt in denselben erstaunliche Wirkungen hervor; es geht aber auch wieder sehr geschwinde aus denselben, sobald sie mit andern Leitern berührt werden. Das wird an dem gemeinen Feuer nicht beobachtet.

er sonst dem franklinschen Systeme sehr geneigt war, braucht nachher statt positiv und negativ immer die Namen Feuer und Säure. — Kratzenstein, Vorles. über die Experim. Phys. Koppenh. 1781. erklärt die Phänomene durch schwefelichte und phosphorische Ausflüsse; und nennt die positive die acide, die negative, die phlogistische Elektrizität. In dem goth. Magaz. 1. B. 4. St. S. 113. ist ein Auszug dieser Theorie mit Anmerkungen. — Achard, sucht in einer Abhandl., *mem. de l'acad. de Prusse.* 1779. zu beweisen, daß Elektrizität und Wärme in Ansehung ihrer Erregung, Mittheilung und Wirkung viel Aehnlichkeit haben. — Forster, Crells neueste Entdeckungen 12. B. S. 154. und Karsten, Anleitung zur gemeinnützlichen Kenntniß der Natur, Halle 1783. §. 497. lehren nach der Crawfordschen Theorie des Feuers und der Verbrennung, der Stoff der positiven Elektrizität sey die mit dem Elementarfeuer gesättigte dephlogistisirte Luft, der Stoff der negativen aber das mit einer Säure gebundene Phlogiston. — Nach Henly's Meinung sind Elektrizität, Phlogiston und Feuer im Grundstoffe einerley; und die verschiedenen Erscheinungen hangen blos von den verschiedenen Modifikationen oder Zuständen ab, in welche sie versetzt werden. sieh Cavallo, vollst. Abh. 2. Th. 2. Kap. Uebrigens stimmt die Erklärung ganz und gar mit Franklins Systeme überein; und ist das nämliche, was Pr. Bruchhausen lehret.

achtet. Das Anziehen und Zurückstoßen leichter Körper, welches beym Elektrisiren geschieht, wird auch an erwärmten Körpern insgemein nicht bemerket. ꝛc.

§. 182.

Die Phänomene der Elektrizität zu erklären, haben die Naturforscher unterschiedliche Hypothesen ersonnen, unter welchen die franklinische die berühmteste ist, und sich auf folgende Sätze gründet.*

1) Ein

* Benjamin Franklins Briefe von der Elektrizität, mit Anmerkungen von J. C. Wilke, Leipz. 1758. Ebend. sämmtliche Werke, deutsch durch G. T. Wenzel. Dresden 1780. 3. Theile. — Robert Symmer hält es für wahrscheinlicher, daß es zwo verschiedene Arten elektrischer Materie gebe, die eine besondere chymische Verwandschaft gegen einander haben, dergestalten daß sie in einer gewissen Entfernung einander anziehen; da hingegen die Theilchen einer jeden sich untereinander zurückstoßen. *philos. trans. vol.* 51. *p.* 1. *p.* 340. — Prof. Lichtenberg ist der Symmerischen Theorie, angewandt auf Crawfords Lehre von Phlogiston und Feuer, nicht abgeneigt. Sein bescheidenes Urtheil über beyde Theorien, Franklins und Symmers, s. §. 549. a. Zus. Erxleb. Naturlehre.

Nebst den schon angeführten Schriften über die Elektrizität verdienen noch folgende angemerkt zu werden. J. A. Euleri, disquisitio de causa physica electricitatis, ab acad. petrop. praemio donata 1775. una cum aliis dissertationibus de eodem argumento. Petrop. — Traité de l'eléctricité par M. Sigaud de la Fond. Paris 1771. — G. Beccaria, Lettere dell' elettricismo. Bologn. 1758.

Ebend.

1) Ein jeder Körper, unsere ganze Erdkugel mit der Atmosphäre, enthält eine gewisse Menge des elektrischen Feuers in sich, welche, wenn sie sich selbst überlassen, weder vermehrt, weder vermindert wird, die Körper in ihrem natürlichen Zustande elektrisch läßt, wobey sie kein Zeichen der Elektrizität von sich geben.

2) Wenn aber mehr oder weniger von der elektrischen Materie in einem Körper oder um denselben angehäuft oder erweckt wird, als er in seinem natürlichen Zustande zu haben pflegt; so nennt man solchen Körper elektrisirt, entweder positiv, wenn er mehr, oder negativ, wenn er weniger davon besitzt.

3. In diesem Sinne sind die Körper, welche mittelst eines Glases elektrisirt werden, z. B. der Konduktor der Maschine, positiv elektrisch; diejenigen aber, welche mittelst einer Harzmaterie elektrisirt werden, negativ elektrisch. In der That die meisten Phänomene der Elektrizität, die man bisher bey angestellten Versuchen beobachtet hat, sind so geartet,

Ebend. Dell' elettricismo artificiale. Turino 1772. — Jacquet, précis de l'electricité. Vienne 1775. — Lord Mahon's principies of electricity. Lond. 1779. — Weber, Theorie der Elektrizität, in den Schriften der Gesellsch. naturf. Freunde in Berlin. 4 B. — Essai sur l'electricité naturelle et artificielle, par M. le Comte de Cepede. Paris 1781. — Marat, recherches physiques sur l'electricité, übers. von Weigel, 1784. — H. B. de Saussure, dissertatio physica de electricitate, Genevae 1766. — D. Beck, kurzer Entwurf der Lehre von der Elektrizität. Salzburg 1787.

geartet, als wenn das elektrische Feuer in den Körpern durch die Glaselektrizität angehäuft, durch die Harzelektrizität aber vermindert würde. (s. §. 149. §. 150. n. 3. und §. 151.)

4) Das elektrische Feuer wird von allen Körpern angezogen; aber seine Theilchen selbst stoßen einander zurücke. Daher kömmt es, daß die elektrisirten Körper sich wechselweise einander nähern, und wieder voneinander abweichen, wie bey dem elektrischen Glockenspiele, der elektrischen Spinne, dem Seiltänzer, u. s. w. zu sehen ist. Aber wie stoßen zween negativ elektrische Körper einander zurücke?*

5) Die übrigen Phänomene der Elektrizität hangen ab von dem Uebergange der elektrischen Materie, wenn zween Körper gegeneinander kommen, wovon der eine positiv, der andere negativ, oder in seinem natürlichen Zustande elektrisch ist. Durch diesen Uebergang, welcher oft sehr geschwinde, bisweilen langsamer geschieht, wird das elektrische Feuer nach Proportion in den Körpern vertheilt, und das Gleichgewicht hergestellt.

§. 183.

Auf diese Voraussetzung der franklinischen Theorie gründet sich die Erklärung folgender Phänomene.

1) Indem die Glaskugel an dem Küssen der Maschine gerieben wird, nimmt sie die elektrische Materie

* Das erklärt sich freylich leichter, wenn man zwo verschiedene elektrische Materien annimmt. — Rücksicht auf auf die elektrischen Wirkungskreise, worauf sich beyde Theorien gründen. Cavallo, vollst. Abh. S. 84. 254.

Materie aus dem Küssen an sich, und ergießt dieselbe auf ihrer Oberfläche weiter auf den isolirten Konduktor der Maschine, welcher daher positiv elektrisch wird, und seine Elektrizität andern mit ihm verbundenen Körpern mittheilt, so daß sie ebenfalls, wenn sie isolirt sind, positiv elektrisch werden. Ferner wieviel elektrisches Feuer aus dem Küssen auf die Glaskugel und von da auf den Konduktor der Maschine in einer bestimmten Zeit übergeht, soviel wird alsobald wieder aus andern Leitern und aus der Erde, welche mit dem Küssen kommunizirem, dahin zugeführt. Daher kömmt es, daß, wenn das Küssen isolirt ist, und an der Kugel gerieben wird, der Konduktor aber mit der Erde in Verbindung steht, das Küssen bald seiner elektrischen Materie beraubt und negativ elektrisch wird. Wenn hernach demselben ein spitziger Leiter in einiger Entfernung entgegen gehalten wird; so erstreckt sich das elektrische Feuer in Gestalt eines leuchtenden Kegels von der Spitze des Leiters gegen das Küssen, welches nun wieder positiv elektrisch wird. (s. §§. 149. 150.)

2) Wenn statt der Glaskugel eine andere mit Harzmaterie überzogen gebraucht wird; so wird diese durch das Reiben an dem Küssen negativ elektrisch. Die nämliche Elektrizität zeigt sich auch an dem isolirten Konduktor, welcher mit der Harzkugel kommunizirt. Denn in diesem Falle geht die elektrische Materie aus der Kugel, und mittelst dieser aus dem Konduktor in das Reibzeug, und wird von da weiter auf andere damit verbundene Körper fortgeleitet, und in der Erde zerstreuet. Wird dieser Kugel in einiger

Entfer-

Entfernung ein spitziger Leiter z. B. ein metallener Drat entgegen gehalten; so geht das elektrische Feuer in Gestalt eines leuchtenden Kegels in die Kugel und ihren Konduktor über, das Gleichgewicht wieder herzustellen.

3) Oben (§. 157.) ist aus der Erfahrung ein Gesetz gezogen worden: alle Körper, sowohl Nichtleiter, als Leiter 2c. Daß also (§. 155. n. 2.) der Theil der isolirten Stange Ag positiv, der Theil gB aber negativ elektrisch wird, entsteht daher, weil die elektrische Materie, welche der Theil Ag in seinem natürlichen Zustande enthält, von der elektrischen Atmosphäre der geriebenen Glaskugel gegen den Theil gB fortgestoßen, und dort angehäuft wird. Folglich muß Ag die negative, gB aber die positive Elektrizität annehmen. Die nämliche Erklärung gilt für die übrigen Phänomene der §§. 155. 156. u. f.

§. 184.

Die Phänomene der verstärkten Elektrizität erklären sich in der franklinischen Theorie auf folgende Weise.

1) Wenn die leidner Flasche mittelst des Konduktors der Maschine geladen wird; so sammelt sich die elektrische Materie nicht in der innern Armatur, sondern vielmehr auf der innern Oberfläche des Glases selbst. Denn wenn nach geschehener Ladung die innere Armatur z. B. die Eisenfeilspäne oder das Quecksilber in ein anderes gläsernes Gefäß gegossen wird; so kann die Flasche, in Abwesenheit dieser Armatur,

schier

schier eben mit der Kraft entladen werden, als wenn dieselbe gegenwärtig ist.*

2) Das elektrische Feuer, welches auf der innern Fläche des Glases angehäuft ist, treibt durch seine zurückstoßende Kraft das elektrische Feuer, welches auf der äußern Fläche des Glases und in der äußern Belegung enthalten ist, durch eben diese mit andern Leitern verbundene Belegung fort. Daher wird das Gleichgewicht aufgehoben, und die äußere Belegung wird negativ elektrisch, indem die innere Belegung positiv wird. Wenn hernach die äußere Belegung mit der innern durch irgend einen Leiter eine Kommunikazion erhält; so strömt die elektrische Materie von der innern auf die äußere gewaltsam aus, und verursacht die im IV. Artikel beschriebenen Wirkungen. Aus diesem läßt sich die Ursache der übrigen Phänomene, welche in eben demselben Artikel angeführt worden sind, leicht finden.**

§. 185.

Wenn das Elektrophor nicht isolirt ist; lassen sich seine Phänomene auf folgende Art erklären.

Sobald

* S. oben §. 165. die Note.

** Hierher gehören noch besonders die Versuche mit belegten Glastafeln von unterschiedlicher Art, z. B. Franklins Zaubergemälde, Hochverrath, u. d. gl. Ferner Tafeln, die sich mit verschiedenen Abänderungen des Lichtes und der Schläge laden, und wieder selbst entladen. siehe Beck, Entw. der Lehre von der Elektriz. 2. Abschn. von dem leidner Versuche und Franklins Theorie.

Sobald der Hut auf den negativ elektrischen Kuchen gelegt wird; fließt die elektrische Materie, welche der obere Theil des Hutes in seinem natürlichen Zustande enthält, auf die untere Fläche zu, welche den Kuchen berührt, und häuft sich allda an. (§. 175.) Folglich wird die obere Fläche des Hutes negativ elektrisch, und bleibt so, bis aus dem Finger, womit dieselbe berührt wird, so viel elektrische Materie zufließt, daß nun der ganze Hut positiv elektrisch wird.

Diese gegebene Erklärung gründet sich auf folgende Versuche.

1) Die Person, welche den auf dem Kuchen liegenden Hut berührt, sey isolirt. Man hebe den berührten Hut in die Höhe, und lasse, wie gewöhnlich, den Funken gegen einen andern Leiter ausfahren. Hernach setze man den Hut wieder auf den Kuchen, lasse ihn, wie zuvor, berühren, hebe ihn abermal in die Höhe; so wird er zwar wiederum einen Funken von sich geben, aber einen schwächern, als der erste war. Wird dieser Versuch öfters wiederholt; so brechen jedesmal schwächere Funken aus, bis endlich gar keiner mehr erfolget. Daß der isolirte Mensch durch dieses Verfahren negativ elektrisch gemacht worden sey, bezeugen die Elektrometer und die Erscheinungen des elektrischen Lichtes.*

2) Wenn

* Wird eine isolirte Person, während dessen, daß sie den Kuchen reibt, positiv elektrisirt, so wird die Kraft des Elektrophors verstärkt. Auch wenn man den Knopf einer positiv geladenen Flasche mit der Hand fasset, und mit der äußern Belegung auf dem Kuchen hin und her fährt; erhält er eine stärkere negative Elektrizität.

2) Wenn statt eines Menschen oder eines andern Thiers leblose Körper, die Leiter sind, isolirt werden, und den Hut auf dem geriebenen Kuchen berühren; so giebt dieser in die Höhe gehoben keinen Funken, wenn nicht jene zuvor erwärmt, oder mehrmal zuerst an den Hut, hernach an einen andern Leiter, der mit der Erde in Verbindung steht, gebracht werden.

3) Man mache eine metallene an Seidenfäden hangende Platte positiv elektrisch. Wenn mit dieser der auf dem Kuchen liegende Hut berührt wird; so bricht ein starker Fnnken aus, und die Platte ist entladen. Man elektrisire von neuem die Platte positiv, und berühre wiederum den Hut; so wird zwar ein Funken gegen denselben fahren, aber ein schwächerer als vorhin. Wenn dieser Versuch mehrmal wiederholt wird; so wird endlich um den Hut auf dem Kuchen ein leuchtender Streifen erscheinen, welcher, wenn die elektrisirte Platte von neuem den Hut berührt, sich weiter gegen den metallenen Ring der Scheibe ausdehnt, und wie ein Blitz auf denselben ausbricht. Wenn zu der nämlichen Zeit, wo der helle Streifen auf dem Kuchen erscheint, der Hut mit dem Finger berührt wird; so bekömmt dieser von dem ausbrechenden Funken einen heftigen Stich, und der Streifen zieht sich in den Hut, und verschwindet.*

§. 186.

* Ein Elektrophor ist in der That eine leidner Flasche oder ein frankliniſches Quadrat unter einer andern Gestalt, dessen Belegungen, oder wenigstens eine davon, mittelst einer nichtleitenden Handhabe nach Belieben können hinweggenommen werden.

§. 186.

Die Erklärung der Phänomene des isolirten Elektrophors hängt von folgenden Umständen ab.

Da der Hut auf den geriebenen und negativ elektrischen Kuchen gelegt wird; so fließt nicht allein ein Theil des elektrischen Feuers, welchen der obere Theil des Hutes in seinem natürlichen Zustande enthält, gegen die untere Fläche zu, und häuft sich darauf an; sondern auch die elektrische Materie, welche sowohl zwischen der untern Fläche des Kuchens und der metallenen Scheibe, auch zwischen dem Kuchen und dem Ringe sich befindet, ergießt sich auf die äußern Theile des Ringes, und wird da angehäuft. Es ist also kein Wunder, daß, sobald mittelst der Finger eine Verbindung zwischen dem Ringe und dem Hute gemacht wird, das elektrische Feuer in großer Menge aus jenem in diesen übergeht, und hiemit der Ring negativ elektrisch werde.

Diese Erklärung wird durch folgenden Versuch bestättiget.

Man isolire ein Elektrophor, und lege an dasselbe dergestalten ein Buch, daß der vergoldete Rucken den metallenen Rand des Elektrophors berühre. Man berühre zugleich den Rand und den Hut. Wenn dieser langsam aufgehoben wird; erscheint alsobald der ganze Rucken des Buches erleuchtet, und das elektrische Feuer eilet von den äußersten Theilen des vergoldeten Randes gegen den Rand des Elektrophors zu. Man lasse hernach wiederum langsam den Hut auf den Kuchen sinken; so wird man zwar das vorige Licht wieder auf dem Rucken des Buches erblicken,

aber mit dem Unterschiede, daß das elektrische Feuer von dem Rande des Elektrophors über dem Rucken des Buches gegen den Tisch zu laufe.

§. 187.

Aus dem, was bisher gesagt worden ist, werden noch folgende Erscheinungen begreiflich gemacht.*

1) Die metallene Scheibe, worauf der Kuchen liegt, werde isolirt, und, wie §. 176. gezeigt worden ist, negativ elektrisch gemacht. Wenn sie alsdenn, nach aufgehobenem Hute, berührt wird; fährt ein Funken heraus. Man lege den Hut wieder auf den Kuchen; so giebt die berührte Scheibe abermal einen Funken von sich. Diese doppelte Erscheinung eräugnet sich wechselweise so lange, bis der aufgehobene Hut entladen wird.

2) Man isolire eine metallene Platte, und lege auf diese unterschiedliche Nichtleiter, z. B. a) einen Harzkuchen, b) eine trockne hölzerne Tafel, c) einen Schwefelkuchen, d) eine Glastafel, und endlich e) ein Elektrophor. Man berühre mit einem Finger die metallene Platte, mit dem andern den Hut des Elektrophors. Nach diesem Verfahren wird nicht allein die metallene Platte negativ elektrisch werden, sondern sie wird auch so, wie die metallene

Scheibe

* Hier könnte auch der Luftelektrophor beygesetzt werden. Sieh J. Weber, Beschreibung eines neuen Luftelektrophors und vieler Versuche mit demselben. Augsb. 1779. Ebend. neue Erfahrungen 1781. Positiver Luftelektrophor 1782.

Scheibe des Elektrophors, die nämlichen Zeichen der Elektrizität von sich geben, welche die metallene Scheibe allein bey dem vorhergehenden Versuche gegeben hat: es wird nämlich ein Funken ausbrechen, wenn die metallene Platte berührt wird, sowohl nachdem der Hut aufgehoben, als wenn er auf den Kuchen gelegt ist. Ja sogar obschon, statt der metallenen Platte, mit einem Finger die metallene Scheibe, mit dem andern der Hut auf dem Kuchen zuerst berührt wird; so wird nichts desto weniger, nach aufgehobenem Hute, die berührte metallene Platte einen Funken geben; und dieser wird auch hernach erscheinen, wenn der Hut wieder niedergelegt ist, und die Platte berührt wird.

3) Man lege auf den geriebenen Kuchen den Hut so, daß er den Rand der metallenen Scheibe berühre; so wird alsobald ein heller Funken ausbrechen, die Scheibe mag isolirt seyn, oder nicht.

4) Die metallene Scheibe sey isolirt, und der auf dem Kuchen liegende Hut berühre den Rand der Scheibe; so springt ein starker Funken aus. Wenn hernach der aufgehobene und entladene Hut wieder, wie zuvor, auf den Kuchen gelegt wird; giebt es wieder einen Funken, aber einen schwächern, als vorhin. Wird dieser Versuch öfters wiederholt; so erscheinen immer schwächere Funken, bis sich endlich gar keiner mehr verspüren läßt.

5) Man berühre mit einem Finger die isolirte Scheibe, mit dem andern den auf dem Kuchen liegenden Hut; so stößt der in die Höhe gehobene Hut gegen einen jeden Leiter, der ihn berührt, einen Fun-

ken aus. Wenn dieses geschehen ist, lege man den Hut wieder auf den Kuchen, und berühre ihn mit dem Finger; so zeigt sich ein Funken. Wenn aber, ehe der Hut auf den Kuchen gelegt ist, die metallene Scheibe berührt wird; so giebt der hernach auf den Kuchen gelegte und mit dem Finger berührte Hut keinen Funken; gleichwie auch dieses niemal geschieht, wenn die metallene Scheibe mit der Erde in Verbindung steht.

6) Man hänge über den geriebenen Kuchen in einiger Entfernung ein an einem leinenen Faden hangendes Korkkügelchen, und halte gegen dasselbe den Finger; so wird es diesen auf allen Seiten fliehen.*

*§. 188.

Die franklinische Theorie läßt sich auf die Phänomene des Kondensators auf folgende Weise anwenden.

Da die marmorne Tafel und andere dergleichen Körper, unvollkommene Nichtleiter sind; nehmen sie zwar mehr von der erweckten elektrischen Materie in sich auf, als Glas, Harz, und andere vollkommene Leiter: sie lassen aber auch deswegen die einmal aufgenommene elektrische Materie nicht so leicht wieder von sich, und auf andere Körper übergehen, als es die

* Die Theorie des Elektrophors gründet sich auf die Gesetze von den elektrischen Wirkungskreisen. Sieh Ingenhouß, Anfangsgründe der Elektrizität, hauptsächlich in Rücksicht auf den Elektrophor, in den vermischten Schriften phys. Inhalts, Wien 1784. — Socin, Anfangsgr. 8. Vorles.

die Metalle z. B. und andere vollkommenere Leiter zu thun pflegen.

Das ist die Ursache, warum der auf die Marmorplatte gelegte, elektrisirte, und in die Höhe gehobene Hut (§. 178. Phänom. 1.) mehr elektrisch befunden wird, als der auf die Glastafel gelegte; wenn nämlich die beyden Hüte nicht zu stark bis zu ihrer gänzlichen Sättigung elektrisirt werden. Denn wenn die beyden Hüte auf diesen zwoen Tafeln elektrisirt werden, so ist zwar die Menge der elektrischen Materie in einem jeden Hute gleich; aber auch ein Theil der elektrischen Materie, welcher zugleich auf die obere Fläche der Marmorplatte übergeht, wird von der Glastafel, als einem vollkommenen Nichtleiter, nicht angenommen. Indem also die beyden Hüte in die Höhe gehoben werden, macht derjenige Theil der elektrischen Materie, welchen die Oberfläche der Marmorplatte enthält, entweder eine elektrische Atmosphäre um den Hut, oder ergießt sich auf den Hut selbst. Deswegen wenn der Hut der Marmorplatte entladen wird; so vereiniget sich mit dem elektrischen Feuer, welches der Hut hat, auch dasjenige, welches zuvor auf der Oberfläche der Marmorplatte sich befand. Daher äußert auch der Hut der Marmorplatte eine größere Elektrizität, als der Hut der Glastafel.

Aus diesem läßt sich leicht auf die übrigen Phänomene des Kondensators die Anwendung machen.*

Das

* Vergleiche damit Pr. Lichtenbergs Zusätze, Erxleb. Naturl. §. 538. b. u. f. vom Elektrometer und Volta's Kon-

Das Wasser.

I. Artikel.

Allgemeine Eigenschaften des Wassers.

§. 189.

Das Wasser, aqua, ist ein flüßiger, durchsichtiger, unschmackhafter, geruchloser Körper, welcher bey

Condensator; ferner §. 549. b. u. f. von der Theorie derselben, wo die Begriffe von elektrischen Atmosphären von Vertheilung und Mittheilung oder Uebergang der Elektrizität deutlich auseinander gesetzt werden, wovon die Hauptsache abhängt.

Der Nutzen des Kondensators ist; a) bey einer schwach geladenen oder schon entladenen Verstärkungsflasche, wenn man mit dem Knopfe derselben den Hut des Kondensators berührt; b) beym Erforschen der atmosphärischen Elektrizität; c) bey Untersuchung der Elektrizität künstlich hervorgebrachter Dünste; d) zur Entdeckung der Elektrizität verschiedener Körper, die für das gewöhnliche Elektrometer zu schwach ist, giebt es mittelst des Kondensators sehr merkliche Zeichen der Elekrizität, wovon man sonst nicht die mindeste Spur haben würde.

Zum Beschlusse dieser Abhandlung sollte noch etwas beygesetzt werden von den besondern Elektrizitäten des Turma-

bey einer geringen Wärme verdampfet, und sich bey einem gewissen Grade der Kälte in Eis verwandelt.

Diese

Turmalins, des Zitteraals und des Krampffisches. a) Der Turmalin, Aschenzieher, ein elektrischer Edelstein, wie ihn schon der Ritter Linné 1747. in seiner Flora Zeylanica, Vorrede S. 8. u. f. S. 255. nennt, wird durch die Erhitzung, besonders in siedendem Wasser und heißer Asche, elektrisch. Die gegenüberstehenden Seiten des Steins zeigen entgegengesetzte Elektrizität. Zween elektrisirte Turmaline ziehen einander an; stoßen aber einander nicht wieder zurücke. Den nämlichen Versuch kann man mit einer elektrisirten Glasröhre und einem Turmalin machen. T. Bergmann, von des Turmalins elektrischen Eigenschaften, schwed. Abhand. 23 und 28 B. Ebend. Wilke, 28 und 30 B. J. Müller, Schreiben an den Edeln von Born über die in Tyrol gefundenen Turmaline, Wien 1778. Fr. Zallinger, Elektrizität des in Tyrol gefundenen Turmalins, Wien 1779. Die Turmaline kommen nicht allein aus Zeylon; sondern finden sich auch in Tyrol, in Italien, im Freybergischen, u. a. m. b) Der Krampffisch, Raja Torpedo, eine glatte Rochenart ohne Stacheln, die sich meistens in dem persischen Meerbusen und in dem mittelländischen Meere aufhält, hat einen, wenn man den Schwanz ausnimmt, beynahe tellerförmigen, nur etliche Zolle dicken Körper, an dessen beyden Seiten sechseckichte elektrische Fleischfasern liegen, mittelst welcher er denjenigen, der ihn auch mittelbar berührt, betäuben, und auch heftig erschüttern kann. Kaempfer, *Exot.* 509. Gronov. *Gazoph.* 153. De Reaumur, des effets que produit le poisson appellé Torpille ou Tremble, sur ceux qui le touchent, et de la cause dont ils dependent, *Mem. de l'acad.*

des

Diese sind die Kennzeichen, welche wir insgemein an dem Wasser antreffen, und wodurch es sich von jedem andern Körper unterscheidet. *

§. 190.

Lehrs. Die Flüßigkeit des Wassers hängt von einer gewissen Menge befreyter Feuertheilchen ab, welche sich in den Zwischenräumchen desselben befinden.

Man setze gemeines Wasser der freyen Luft aus; so wird es seine Füßigkeit verlieren, und in Eis verwandelt werden, so bald es seiner Wärme bis auf den 32 Gr. über 0 nach dem fahrenheitischen Thermometer

des sc. 1714. p. 344. Mannigfaltigkeiten, eine gemeinnützige Wochenschr. 1 Jahrg. S. 762. John Walsh, of the electric property of the torpedo. *philos. trans. vol.* 63. p. 461. c) Der Zitteraal, gymnotus electricus, ein aalförmiger Fisch aus den süßen Gewässern in Südamerika, welcher, besonders in dem Schwanze, eine starke Elektrizität besitzt, womit er denjenigen, die ihn auch mittelbar, wenn es nur kein Nichtleiter ist, berühren, einen starken Schlag mittheilt. Weil sich seine Elektrizität durch das Wasser weit umher fortpflanzet; deswegen trifft man in seiner Nachbarschaft keinen andern Fisch an; er wird auch dadurch den Badenden gefährlich. Sieh meine Naturgeschichte 3. Th. 2te Aufl. 1783. S. 255. S. 241. Musschenbroek, *introd. phys.* I. p. 290. Gronov. *Zoophyl.* 169. t. 8. Ingenhouß, phys. Schriften 1. B. S. 273. Von einem andern elektrischen Fische aus dem Geschlechte der Welse, Siluri, s. *Mem. de Paris* 1782, und Rozier, journal Aout. 1785.

* Diese Kennzeichen kommen nur dem ganz reinen Wasser zu.

meter ist beraubt worden. (§. 72. Zus. 2. und §. 114. Zus. 6.)

§. 191.

Man hat bey der Akademie zu Florenz* verschiedene metallene Kugeln mit Wasser angefüllt, und wohl verschlossen unter einer Presse zusammengedruckt. Weil das Wasser bey der gewaltsamen Preßung, wie Thau durch die Poren der Metalle herausschwitzte, haben einige Naturforscher daraus geschlossen, daß das Wasser in keinen engern Raum zusammengepreßt werden könnte. Hingegen hat E. A. Zimmermann durch ein besonderes von ihm erfundenes Instrument bewiesen, daß es sich in einen merklich kleinern Raum zusammendrucken lasse.** Nebst dem wird das Wasser durch die Wärme verdünnet, durch die Kälte aber verdicket.

§. 192.

Lehrs. Das Wasser wird durch die Wärme in Dämpfe verwandelt, die sich allenthalben hin mit unglaublicher Kraft ausdehnen.

Die

* Tent. exper. nat. P. 2. p. 64. cum additam. — De Lanis, *magist. nat. et artis*. t. 2. p. 5.

** E. A. W. Zimmermann, über die Elastizität des Wassers. Leipz. 1779. — H. Fabri, *phys. tr.* 5. l. 2. — Stairs, *physiologia nova.* p. 368. &c. — J. Herbert, diss. de aquae aliorumque nonnullorum fluidorum elasticitate. Viennae 1774. — S. C. Hollmann, de experimenti florentini circa aquae incondensibilitatem quibusdam fallaciis. *Sylloge comm.* p. 34. — Mongez, sur les molecules des liquides et sur leurs compressibilité. *Rozier, journ. Janv.* 1778.

Die Wahrheit dieses Satzes liegt aus unzähligen Erscheinungen am Tage. Z. B. 1) wenn in ein luftleeres Kügelchen ein Tröpfchen Wasser eingeschlossen wird; so zerspringt dasselbe am Feuer mit größerer Heftigkeit, als wenn eben soviel Schießpulver darinn enthalten wäre. Aus eben der Ursache zerplatzen im Feuer Steine, Hölzer u. d. gl. mit großem Getöse, und zerstreuen Aschen, Funken, Kohlen weit umher. 2) Erstaunlich groß ist auch die Wirkung der schemnitzer Maschinen in den ungarischen Bergwerken, welche blos durch Dämpfe getrieben das Wasser aus der Tiefe in die Höhe heben.* 3) Die Stärke der Wasserdämpfe beweiset auch der Aeolusball. Dieser ist ein kupfernes Gefäß mit einem gekrümmten Halse, welcher in eine kleine Oeffnung verengert ausläuft. Dieses wird zum Theile mit Wasser angefüllt, wenn es auf heißen Kohlen erhitzet mit der Oeffnung unter Wasser gebracht wird; wobey die äußere Luft, welche stärker ist, als die inwendig verdünnte, soviel Wasser hineintreibt, bis die innere mit der äußern wieder im Gleichgewichte steht. Wird nun der so gefüllte Aeolusball auf glühende Kohlen gesetzt; so wird das Wasser nach und nach durch die Hitze in sehr elastische Dämpfe aufgelöst, welche mit außerordentlicher Kraft durch die kleine Oeffnung herausfahren, oder auch, nachdem man dem Balle eine besondere Lage giebt, das zum Theile noch nicht aufgelöste Wasser, wie bey einem

* Obschon diese Maschinen, nach Einführung der Hellischen, nicht mehr im Gange sind; so bleibt der Lehrsatz doch wahr.

nem Springbrunnen, mit Gewalt durch ihre Schnellkraft ausstoßen. (Wird statt des Wassers Weingeist genommen; so kann man mittelst eines Lichtes, welches an den ausfahrenden Spiritus gehalten wird, einen feurigen Springbrunnen vorstellen.) Endlich 4) aus den Wirkungen der papinischen Maschine, digestor Papini, erhellet ebenfalls die große Kraft der Wasserdämpfe. Diese Maschine ist ein hohler eherner Zylinder, welcher, nachdem er mit Wasser, Knochen, und andern harten Körpern auf eine gewisse Höhe, nicht ganz, angefüllt ist, so mit einem Stopfen und einer Schraube darüber verschlossen wird, daß weder Luft, noch Dämpfe herausdringen können. Der so beschaffene Zylinder wird auf glühende Kohlen gelegt; und in kurzer Zeit kochen die härtesten Knochen zu einem Breye. Auf gleiche Weise lassen sich Fleisch, Hülsenfrüchte, Fische ꝛc. geschwinde gar machen, mit einem besondern Vortheile für Haushaltungen, für reisende zu Wasser und zu Lande, in Lagern ꝛc.* Die in diesem Gefäße eingeschlossenen elastischen Dämpfe drucken mit Gewalt auf das Wasser, und treiben es in das Innerste der Knochen und anderer Körper, wodurch der Zusammenhang der Theile geschwächt, und eine außerordentliche Erweichung bewirket werden muß. Auf eine ähnliche Weise wird das Garkochen beschleuniget, wenn die Kochgeschirre zugedeckt werden.**

§. 193.

* Sieh oben §. 71. und §. 48. in den Noten.

** Eine umständlichere Erklärung über diesen §. liefert der I. Artikel 3. Th. bey der Lehre von den Meteoren.

§. 193.

Lehrs. Die Wassertheilchen hängen sich leicht an alle Körper an, einige ausgenommen.

Wir wissen aus der Erfahrung, daß das Wasser alle Körper befeuchtet, die fetten ausgenommen; dieses kann aber ohne Anhängung nicht geschehen.

§. 194.

Lehrs. Das Wasser dehnt die Körper, in welche es eindringt, mit großer Gewalt aus.

Das Wasser, sagt Musschenbroek,* dringt in viele Körper ein, und verursacht dadurch, daß sie gewaltsam aufschwellen. Daher kömmt es, daß trockne Stricke, wenn sie mit Wasser befeuchtet werden, sich verkürzen, und entsetzliche Läste in die Höhe heben, wie bey Aufrichtung eines Obelisks zu Konstantinopel geschehen ist. (s. 1. Th. §§. 231. 232.)

§. 195.

Lehrs. Das Wasser besitzt die Kraft viele Körper aufzulösen.

a) Es löst auf alle einfache Salze, saure und alkalische. b) Alle aus sauern und alkalischen zusammengesetzte Salze, sie mögen natürlich, oder durch die Kunst gemacht seyn. c) Zu dieser Auflösung wird jedoch bey jeder Salzart eine besondere und bestimmte Menge Wasser erfodert, ohne welche, wenn sie nämlich

* *Institut. phys.* §. 934. — Hales, *veget. stat.* bezeuget, daß ein Flintenrohr, mit feuchten Bohnen und Erbsen geladen, zersprungen sey.

lich zu gering ist, allzeit etwas Salz unaufgelöst auf dem Boden zurück bleibt. Aus der Erfahrung läßt sich folgende Proportion für die beygesetzten Salzarten bestimmen.

Salze.		Wasser
Gemeines Kochsalz, wie	1 zu	3 1/4
Salpeter.	—	— 6 1/3
Vitriol.	—	— 16.
Alaun.	—	— 14.
Weinsteinsalz.	—	— 1 1/2
Salmiak.	—	— 3 1/4
Borax.	—	— 20.

d) Wenn jedoch das Wasser mit einer Art Salz dermaßen gesättigt ist, daß es bey dem nämlichen Wärmegrade nichts mehr davon auflöst; so kann doch noch in dem nämlichen Wasser ein Salz von einer andern Art aufgelöst werden. So nimmt z. B. die gesättigte Salpeterauflösung noch einen Theil von gemeinem Kochsalze in sich; und nachdem sie auch mit diesem gesättigt ist, kann noch etwas Salmiak darinn aufgelöst werden, u. s. w.

2) Das Wasser löst zwar die fetten, schwefelichten, erdigten und metallischen Körper nicht auf, wenn sie in ihrer Art rein und homogen sind, oder, wenn ihre größten Bestandtheile Schwefel, Erde, Metall ausmachen. Wenn sie aber stark mit Salztheilchen, sowohl sauern, als alkalischen, vermischt sind, und von diesen, nachdem sie selbst zuvor vom Wasser aufgelöst waren, aufgelöst in einem gemischten Körper sich befinden: so können sie durch Zugießung einer gehörigen Portion Wasser so von neuem

aufge-

aufgelöst, oder verdünnet werden, daß sie unsichtbar werden. Daher a) löst das Wasser alle Arten von Seifen auf, welche aus verschiedenen fetten Materien, aus fixen alkalischen Salzen und aus einer Kalklauge mittelst des siedenden Wassers miteinander vermischt zu einer festen Masse gesotten werden. b) Das Wasser löst auf, und diluirt erdigte Körper, wenn sie zuvor von Säuren oder Laugensalzen sind aufgelöst worden. Das Alkali hat jedoch dieses besonders, daß, nachdem es durch das Feuer aller wässerichten Feuchtigkeit beraubt, und durch das Schmelzen innigst mit erdigten Theilen vereiniget worden ist, wie bey der Verglasung geschieht, ein so fixer Körper daraus entsteht, welcher von dem Wasser gar nicht angegriffen wird. c) Auch die Metallzucker und Vitriole, welche aus metallischen von einem Salze, besonders von Säuren, aufgelösten Theilen nach abgezogenem überflüßigem wässerichtem Wesen in durchscheinende verschiedentlich gefärbte Massen zusammenwachsen, lassen sich durch das Wasser auflösen. Dieses geschieht aber nur alsdenn, so lange noch etwas von wässerichten Theilen mit den aufgelösten Säuren verbunden ist. Denn wenn durch eine gelinde Wärme schier alles Wasser aus diesen Vitriolen oder Metallzuckern verflogen ist; so lassen sie sich hernach schwerlich, oder gar nicht mehr von dem Wasser auflösen, nachdem sich die Säure zu stark und innigst mit den metallischen Theilchen verbunden hat.

II. Ar-

II. Artikel.

Verschiedenheit des Wassers.

§. 196.

Die Erfahrung bezeuget, daß das natürliche Wasser selten ganz rein gefunden werde; sondern gewöhnlich mit unterschiedlichen fremden Körpertheilchen vermischt.

Zus. 1. Daher unterscheidet man mehrere Arten, z. B. Meer- Fluß- Brunnen- Regenwasser rc.

Zus. 2. Nach Verschiedenheit der fremden Theile, welche das Wasser mit sich führt, sind auch seine Wirkungen unterschieden.

§. 197.

Von heterogenen Theilen wird das Wasser gereiniget, 1) durch das Filtriren, Durchseigen, percolatio, filtratio, wenn es z. B. durch reinen Sand, durch Fließpapier u. d. gl. gelassen wird. Bey diesem Durchgange hängen sich die heterogenen Theile an den Sand oder an das Papier an. Beyspiele hievon hat man an dem Zisternen- und Brunnenwasser. 2) Durch den Niederschlag, praecipitatio, da durch Zuthun eines andern Körpers die fremd-

artigen Theilchen zu Boden fallen. 3) Durch das Klarmachen, clarificatio, welches geschieht, wenn ein klebrichter Körper zugesetzt wird, z. B. das Weiße vom Eye, Hausenblase u. d. gl. welchen die unreinen Theilchen ankleben, und sich mit denselben niedersenken. 4) Durch das Destilliren, destillatio, durch dessen öftere Wiederholung das reinste Wasser erhalten wird. 5) Durch das Verdampfen, evaporatio. Daher ist das Regenwasser gewöhnlich reiner, als anderes Wasser, obschon es aus dem Meere, aus Flüssen, Pfützen, und vielen andern unreinen Körpern hergeleitet wird. Das reine Wasser geht bey leichter Sonnenwärme in Dämpfe über; da sich Salze und andere gröbere Materien viel schwerer erheben. So läßt sich auf den Seeschiffen mittelst ausgespannter Tücher von den mitten aus dem Meere aufsteigenden Dämpfen süßes Wasser erhalten.

Anmerk. Die Kennzeichen des reinen Wassers sind, 1) wenn es ganz durchsichtig, klar, ohne Geschmack und Geruch ist; 2) wenn es die Farbe der Lackmus-Tinktur nicht verändert; oder 3) wenn es von Zugießung der Silberauflösung in Scheidewasser nicht trübe wird.*

§. 198.

* Musschenbroek, *inst. phys.* §§. 899. 905, 909. wo mehrere Arten das Wasser zu reinigen, und von dem unreinen zu unterscheiden angegeben werden. — Ueber die Frage, ob das Wasser in andere Körper könne verwandelt

§. 198.

In dem Meerwasser ist nebst dem gemeinen Salze Vitriolsäure, mineralisches fixes Alkali, Magnesia, Kalkerde. Das

delt werden, sind die Meinungen der ältern und neuern Naturforscher sehr verschieden. Boerhave, chem. v. 1. c. aqua. behauptet das Gegentheil, und schreibt das, was aus dem Wasser soll erzeugt werden, dem schon zuvor damit vermischten fremdartigen Wesen zu. Andere hingegen sagen, das Wasser sey selbst ein aus andern zusammengesetzter Körper, könne also wieder in seine Bestandtheile aufgelöst, und mit andern vermischt einen neuen Körper bilden. Z. B. Kalk mit Wasser aufgelöst und mit Sande vermengt, desgleichen gebrannter Gyps mit Wasser vermischt werden feste Körper, welche, wenn sie auch ganz trocken sind, dennoch ein merklich größeres Gewicht haben, als sie zuvor ohne Wasser hatten. Boyle nährte einen Weidenzweig mit blosem Wasser; und fand, daß er in fünf Jahren 169 tt. an Gewichte zugenommen hatte. Sollen wohl die aus der Luft zugeführten Nahrungstheilchen soviel beygetragen haben? Eller hat aus destillirtem Brunnenwasser in einem hermetisch verschlossenen gläsernen Gefäße eine grüne Haut erhalten, welche destillirt ein röthlichtes Oel und eine Säure gab. Marggraf bekam aus vierzigmal destillirtem Wasser eine leichte weißglänzende feuerbeständige, im Scheidewasser auflösliche Erde. Biwald, *inst. phys. part.* p. 1. f. 1. Die neuen Chemiker, zerlegen sie nicht das Wasser in luftartige Körper, und setzen aus diesen Wasser zusammen? Einwendungen dagegen kommen im 3. Th. der Phys. bey der Lehre von Meteoren vor. Cfr. Krafft, *prael.* c. 13. p. 1. de aqua. und oben §. 114. Zus. 6.

Bey den chemischen Versuchen ist große Behutsamkeit vonnöthen, damit man nicht Edukte als Produkte ansehe, und so umgekehrt.

Das destillirte Meerwasser läßt auf dem Boden des Gefäßes Salz zurücke. In vielen Ländern wird an den Ufern aus dem Meerwasser gemeines Kochsalz durch die Verdämpfung zubereitet. Was nach geschehener Krystallisation des Salzes noch übrig bleibt, sind oben benannte Körper.

Zus. Daraus erhellt, 1) warum den Seefahrern, wenn sie noch nicht daran gewöhnt sind, gemeiniglich Ueblichkeiten und Erbrechen zustoßen. Dieses wird ohne Zweifel von den aus dem Meere aufsteigenden und mit der Luft eingeschluckten Dünsten verursacht; besonders da der beständige Hin- und Herschwang noch dazu kömmt. 2) Warum das untere Meerwasser gesalzener sey, als das obere; weil die gröbere Salztheile wegen ihrer Schwere mehr gegen den Grund zu sinken, als die feinern. 3) Warum es zwischen den Wendezirkeln salzichter sey, als in andern Gegenden; weil dort die heißere Sonne beständig eine größere Menge Wasser durch die Verwandlung in Dünste hinwegnimmt; dahingegen in den Nordländern der Regen und Schnee häufiger ist, und durch mehrere Flüße mehr süßes Wasser zugeführt wird. *

Anmerk.

* Die angeführten Ursachen, warum das Meer nach dem Aequator zu am schärfsten, gegen die Polen am wenigsten gesalzen sey, möchten wenig dazu beytragen, auch nicht ganz mit der Erdbeschreibung übereinstimmen. — Macquer, chym. Wörterbuch, Salzwasser. — Gr. L. Barbieri, Abhandlung von der ursprünglichen Salzigkeit

Anmerk. Sonst war die allgemeine Meinung, als könnte aus dem Meerwasser kein trankbares und zum Kochen taugliches Wasser zubereitet werden. Diese Meinung widerlegt Forster aus eigener Erfahrung auf seiner Reise um die Welt, da er, (s. seine Beschreibung S. 49.) bezeuget, daß er mittelst der von Irwing erfundenen Destillirmaschine süßes und trankbares Wasser aus dem Seewasser mehrmal habe bereiten lassen. Auch aus dem geschmolzenen Meereise hat er Trinkwasser erhalten.

Anmerk. 2. Wie groß die Tiefe des Meeres sey, ist noch nicht bekannt. Die Seefahrer pflegen sie durch den Senkel zu erforschen; und finden sie an verschiedenen Orten sehr unterschieden. Daß man aber die Tiefe nicht mehr mit dem Senkel ergründen könne, wenn sie einmal die Höhe der größern Berge übersteigt, ist aus den hydrostatischen Gesetzen erwiesen.*

§. 199.

keit des Meeres. Allgemeines Magaz. 3. Th. 269. S. — Gr. Marsigli, *Histoire de la mer.* p. 31. — J. Speed, de aqua marina commentarius. Oxon. 1755.

* Das Meerwasser leuchtet zur Nachtzeit. Daß dieses zum Theile oft und an vielen Orten von phosphoreszirenden Insekten und Würmchen herkomme, daran wird nicht mehr gezweifelt. Andere geben auch noch andere Ursachen an. Sieh goth. Magaz. 2. B. 4. St. —

 L'ab-

§. 199.

Eine Quelle, fons, ist ein lebendiges Wasser, welches beständig oder nur zu gewissen Zeiten aus der Erde fließt. Daher heißen einige perennirende, andere periodische Quellen. Alle Quellen liegen höher

L'abbé Dicquemare, *Rozier. journ.* 1778. *Aout.* — C. de Marsigli, histoire physique de la mer. Amsterd. 1725. — D. Forster, Beobach. auf seiner Reise, S. 52. — Le Roi, observ. sur une lumiere dans la mer, und Fougeroux de Bonderoy. *Mem. de l'acad. des sc. Par.* 1767. — Gehler, Wörterb. Art. Leuchten.

An dem Meere werden auch verschiedene Bewegungen beobachtet, welche theils beständig, theils veränderlich, regelmäßig und unregelmäßig sind; und der Schiffarth sowohl vortheilhaft, als hinderlich seyn können. Die Ursachen davon überhaupt sind die Winde, die Lage der Flüsse, Inseln, Meerengen, Meerbusen, die Wirbel und Strudel ꝛc. und vorzüglich die Ebbe und Fluth.

Die Ebbe und Fluth, aestus maris, ist eine regelmäßige Bewegung des Meeres, bey welcher das Wasser in einem Mondstage oder innerhalb 24 Stunden, 49 Min. zweymal am höchsten, Fluth, hohe, volle See, fluxus, und zweymal am niedrigsten zu stehen kömmt, Ebbe, tiefe See, refluxus. Die erstere eräugnet sich allemal ungefehr 3 Stunden darauf, nachdem der Mond durch den Mittagskreis eines Orts gegangen ist. Hierauf läuft das Wasser innerhalb sechs Stunden wieder westwärts ab; und so wechselt es mit Steigen und Fallen unaufhörlich, doch so, daß die Fluth täglich 49 Minuten später eintritt, weil der Mond jeden Tag um eben soviel

höher als die Bette der Flüße, und folglich auch höher als das Meer, in welches sich diese ergießen. Die meisten kommen an dem Fuße der Berge oder Hügel zum Vorscheine. Man trifft zwar auch zuweilen

soviel Minuten später durch den Meridian geht. In den Syzygien oder besser einige Tage darnach, pflegt die Fluth stärker zu seyn, als in den Quadraturen; noch beträchtlicher, wenn der Mond im Neu- oder Vollichte zugleich in der Erdnähe ist; wie auch, wenn die Syzygien um die Zeit der Nachtgleichen sind; doch dermaßen, daß die höhere Fluth der Frühlings-Nachtgleiche vorausgeht, der Herbstes-Nachtgleiche aber nachfolget, welches eine Folge von dem ist, weil bey übrigen gleichen Umständen die Fluth schwächer zu seyn pflegt zur Zeit der Sommer-Sonnenwende, als im Winter. Zwischen den Wendezirkeln, besonders gegen den Aequator zu, wenn keine Nebenumstände die Sache verändern, ist Ebbe und Fluth merklicher und regelmäßiger, als in größern Breiten, so zwar, daß sie über 65 Gr. Breite hinaus kaum mehr merklich ist. Wenn man diese Phänomene, welche ihre tägliche, monathliche und jährliche Periode halten, mit dem täglichen, monathlichen und jährlichen Stande des Mondes und der Sonne vergleichet; so ist nicht zu zweifeln, daß die Hauptursache derselben in der Einwirkung dieser beyden Himmelskörper zu suchen sey; wie sich dann alles nach den Regeln der Hydrostatik aus dem gestörten Gleichgewichte des Wassers nach den newtonianischen Lehrsätzen von der Anziehung vollkommen und sehr deutlich erklären läßt. Sieh *phil. nat. princ. math. l. 3. pr.* 24. 36. 37. und die von le Seur und Jacquier, t. 3. 1760. beygefügten Schriften, welche auf Veranlassung des von der pariser Akademie 1740. ausgesetzten Preises von

weilen auf den Spitzen der Berge Quellen an; aber in diesem Falle sind sie gewöhnlich mit andern höhern Bergen umgeben, oder haben mit einem und dem andern, obgleich weiter entfernten, einige Gemeinschaft. Ein Fluß, flumen, entspringt aus einer oder mehrern Quellen, sammelt nach und nach in seinem Bette mehrere Gewässer, und setzet seinen Lauf in einer langen Strecke fort, bis er sich entweder in einen größern Fluß, oder in einen See, oder endlich in das Meer, den allgemeinen Sammelplatz der Flüsse, ergießet. Ein Schöpfbrunnen, puteus, entsteht aus Wasser, welches sich in der Erde in einer Grube sammelt.

Von

von D. Bernoulli, Maclaurin und Euler über diesen Gegenstand sind verfasset worden. Daß die Ebbe und Fluth mit der Bewegung des Mondes übereinstimme, und jene sich nach dieser richte, haben zwar schon die Alten erkannt; obschon sie die Weise, wie es geschehe, und die Regelmäßigkeit der Phänomene nicht wußten. Das erzählt Plutarch von Pytheus von Massilien; und Aristoteles L. de mundo c. 4. sagt, die Erhebungen des Meeres richten sich nach dem Monde. Plinius *hist. nat.* l. 2. c. 97. schreibt aestus maris accedere et reciprocare maxime mirum; pluribus quidem modis, verum causa in sole lunaque . . . moventur aquae ut ancillantes sideri avido, trahentique secum haustu maria. Ein systematisches Verzeichniß der Phänomene der Ebbe und Fluth hat man eigentlich der pariser Akademie zu verdanken, welche 1701. durch den Grafen Pontchartrain erhalten hat, daß auf königlichen Befehl in allen französischen Meerhäfen nach Vorschrift der Akademie Beobachtun-

Von dem Ursprunge der gegrabenen Brunnen oder Schöpfbrunnen schreibt Kuhn, in seiner Dissertation, welche den Preis zu Bourdeaux erhalten hat, §. 89. nach vielen vorausgesetzten Beobachtungen folgendes. " An vielen Orten des festen Landes in nicht gar großer Tiefe sind Schichten von fetter Thonerde, welche das Wasser nicht durchlassen. Ueber diesen liegen Sandschichten mit Steinen von unterschiedlicher Größe vermengt, in welchen sich fließendes Wasser befindet. Sie sind nicht besonders tief; erstrecken sich aber weit in die Länge und Breite, und liegen gegen den nächsten Fluß etwas schief, so daß sie durch viele Gänge mit demselben Gemeinschaft haben, und nach der verschiedenen Höhe des bald wachsenden, bald wieder ab-

achtungen angestellt wurden, welche hernach gesammelt und mit einander verglichen von Jak. Cassini in die *mem. de l'acad. roy. des sc.* 1710, 12, 13, 14, 20. sind eingetragen worden. Aus diesen Sammlungen hat man allgemeine und besondere Regeln gezogen, nach welchen sich die Phänomene der Ebbe und Fluth dergestalt zu richten pflegen, daß man sie, wenn keine außerordentliche Vorfälle dazwischen kommen, bis auf einige Minuten voraussagen, und auch ihre Größe ziemlich genau vorherbestimmen kann. Sieh Biwald, *instit. phys.* I. *t.* 3. *p.* *s.* 2. *a.* 7. — P. Wargentin, Geschichte von der Ebbe und Fluth. schwed. Abhandl. 1753. S. 165. 249. und 1754. S. 83. — De la Lande, astronomisches Handbuch, Leipz. 1775. §. 1074. ꝛc. — Boschowich, dissertatio de aestu maris.

abnehmenden Flusses ihr Wasser daraus entweder empfangen, oder wieder dorthin abgeben. Wo dieses unterirdische zwischen den Erdschichten weit und breit laufende Wasser in gemachten Gruben sich sammelt, nennt man es Schöpfbrunnenwasser, aqua putealis.„*

§. 200.

Der Ursprung der periodischen Quellen ist von dem Regen und Schnee herzuleiten.

Zur Zeit und in den Gegenden, wo häufige Regen fallen, und viel Schnee schmilzt, haben einige Quellen überflüßiges Wasser; nehmen hingegen

* Heinrich Kuhn, Gedanken vom Ursprunge der Quellen und des Grundwassers, Berlin 1746. — Die aus dieser Schrift oben angeführte Stelle ist vorzüglich von denjenigen Brunnen zu verstehen, welche in wasserreichen Gegenden, nicht weit von Flüssen, gegraben werden. Das unterirdische Zu- und Abfließen des Rheinwassers in den Kellern und Brunnen zu Mainz liefert öfters augenscheinliche Beyspiele. — In niedrigen Gegenden findet man oft schon in einer Tiefe von 4 bis 6 Schuhe häufiges Wasser; in höhern muß bisweilen 200 bis 500 u. m. Schuhe tief gegraben werden. An Orten, die weit von Seen und Flüssen entfernt sind, sammelt sich das Wasser in Gruben von benachbarten Quellen, welche sich nach dem Gesetze der Schwere flüßiger Körper dahin ziehen. — Mariotte, traité de mouvement des eaux.

gen wieder ab, oder versiegen gänzlich, wie jene abnehmen, oder aufhören.*

§. 201.

Ueber den Ursprung der perennirenden Quellen giebt es hauptsächlich zwo Meinungen. Einige halten

* Periodische Quellen, welche sich nur im oder vom Frühjahre an, oder auch sonst beym anhaltenden Regenwetter, zeigen, sind nicht selten; und da liegt augenscheinlich die gegebene Ursache zum Grunde. Z. B. sind das Pfefferbad u. a. in der Schweiz. Auch daß der Nilfluß alle Jahre, öfters auch der Rhein gegen Ende des Junius, wo der Schnee in den Gebirgen häufiger aufthauet, aufzuschwellen pflegt, ist offenbar daher zu leiten. Seltner sind die Quellen, welche bey trocknem Wetter angefüllt sind, bey häufigen Regen aber versiegen. Hievon sieh oben §. 12. Zus. 3. Nach dieser Theorie erklärt auch Jos. Vogler, *meteor. q.1. a.* 7. die Phänomene des Zirknitzer Sees in Crain. Zu den periodischen Quellen gehören besonders diejenigen, welche Ebbe und Fluth nachahmen, bald still sind, bald ein Getöse machen, dergleichen bey Kadix und in Irland angetroffen werden. Von dieser Art sind auch der Lers bey Belesta auf den pyrenäischen Gebirgen und der Wunderbrunnen in Savoyen, welche stündlich zweymal laufen, und wieder aufhören. Ferner andere in Peru und Chili, die bey Tage fließen, bey der Nacht versiegen. Periodisch trübe Quellen entstehen von dem zu gewissen Zeiten häufiger oder schneller zudringenden Wasser, wodurch entweder der schlammichte Boden der Quelle aufgewühlt, oder abgespühlte Erde aus der benachbarten Gegend zugeführt wird. Hievon sieh mehrere Beyspiele bey Hauser, *phys. part.* t. 6. p. 7. q. 3. a. 1.

ten dafür, daß sie vom Regen, von geschmolzenem Schnee, von feuchten Dünsten aus der Atmosphäre entstehen, wenn sich dieselben in den Bergen sammeln, und an niedrigern Orten ausbrechen. Andere hingegen nehmen unterirdische Gänge und Höhlen an, welche mit dem Meere in Verbindung stehen; und meinen, das Meerwasser werde darinn in Dämpfe aufgelöst, und also von den Salztheilen gereinigt in die Höhe getrieben, wo es in Tropfen zusammenfließe, die sich in besondern Wasserbehältern sammeln, und sodann herausquellen.*

§. 202.

Welche der letztern Meinung beypflichten, berufen sich auf folgende Umstände.

1) zwi-

* Schottus, anatomia physico-hydrostatica. Herbipol. 1663. Ej. Iter extaticum Kircherianum. — Vallisneri, dell'origine delle fontane. Venez. 1715. — Verdries, *phys. spec.* c. 4. — Du Hamel, *phil. vet. et nova*, p. 2. t. 2. — C. Bartholini, diss. de origine fontium fluviorumque ex pluviis. Hafn. 1689. — G. E. Hamberger, diss. de fontium origine. Jenae 1733. — J. G. Wallerii et S. Westphal, diss. de origine fontium, Holm. 1761. — Is. Vossius, de Nili atque aliorum fluminum origine. Hag. C. 1666. — J. B. Riccioli geographia et hydrographia reformata, Bonon. 1661. — E. Halley of the circulation of the wathry vapours of the sea and the cause of springs. *phil. trans.* n.° 192. — Fr. Baylé, *phys. part.* *p.* 1. *l.* 3. *disp.* 1. de origine fontium et fluviorum. Francof. 1703. — De Luc, *modification de l'atmosph.* §. 155.

1) Obschon eine trockne Witterung oft sehr lange anhält; so fließt doch das Wasser mit gleicher Geschwindigkeit und Menge aus den perennirenden Quellen; welches ab.. nach der Theorie der flüßigen Körper, die aus einem Gefäße laufen, nicht geschehen könnte, indem die Höhe des Wassers, welches vom Regen und Schnee entsteht, und in Behältern gesammelt wird, durch das Auslaufen bey trocknem Wetter beständig abnimmt. 2) In den tiefsten Erzgruben trifft man beständige Quellen, Seen, auch Flüsse an, wie Kircher in mundo subterraneo * und Kuhn, differt. l. c. bezeugen. Das Regenwasser aber, sagen sie, dringt so tief in die Erde nicht ein. Denn wenn man nach einem starken Regen in ebenen oder in bergigten Gegenden, auf gebauten und ungebauten Feldern über zween Schuhe tief gräbt, so trifft man keine weiche und nasse Erde mehr an. Sogar wenn man nach abgelassenem Wasser den Boden eines Sees untersucht; findet man denselben schon in einer geringen Tiefe ganz trocken. De la Hire ** hat nach vielen angestellten Versuchen und Beobachtungen gefunden, daß das Regenwasser niemal über 16 par. Zolle in die Erde eindringe.

Ferner aus mehrern von Kircher und Kuhn angeführten Beyspielen ist bekannt, daß es unter der Erde

* L. 2. c. 10. l. 5. c. 2. *itiner. extat.* c. 11.

** *Mem. de l'acad. roy. des sc. Par.* 1703. p. 56. remarques sur l'eau de la pluie et sur l'origine de fontaines.

Erde sehr viele Höhlen, Wasserbehälter, verborgene Gänge und Arten von versteckten Hebern gebe; im Meere aber selbst viele Wirbel und Schlünde seyn, welche das Wasser in den Abgrund der Erde verschlingen. Aus diesen Phänomenen will man den Schluß machen, als hätten die perennirenden Quellen ihren Ursprung vorzüglich dem Meere zu verdanken.

§. 203.

Dagegen behaupten andere aus folgenden Gründen, daß alles Flußwasser von dem Regen, dem aufgelösten Schnee, und den aus der Luft sich niederschlagenden feuchten Dünsten herkomme.

1) Die Quellen sind in denjenigen Gegenden äußerst selten, wo es selten regnet, oder schneyet. 2) Es ist aus der Erfahrung bekannt, daß das Seewasser sich niemal durch das Durchseigen oder Filtriren von seinem Salze befreyen, und süß machen lasse. Und wenn auch 3) zugegeben würde, daß es sich auf diese Art von dem Salze ꝛc. reinigen ließe; oder wenn es auch durch eine unterirdische Destillation wirklich gereiniget würde: so müßten die unterirdischen Gänge, durch welche das Wasser geleitet wird, bisher dermaßen mit Salzen u. a. d. m. angefüllt und verstopft worden seyn, daß die von undenklichen Zeiten her perrennirenden Quellen mit dem Meere gar keine Gemeinschaft mehr haben könnten. 4) In sehr tiefen Gruben, wie man aus Bergwerken weiß, werden zwar viele fließende Wässer angetroffen; aber man beob-

beobachtet auch, daß ihr Lauf nicht von dem Meere gegen das feste Land, sondern von den Bergen gegen das Meer gerichtet sey.*

Nebstdem ist aus angestellten Beobachtungen und darüber gemachten Berechnungen von berühmten Männern** bewiesen worden, daß das Wasser, welches

* Die angeführten Argumente machen keinen überzeugenden Beweiß wider die entgegengesetzte Meinung; und was n. 4. gesagt wird, spricht am wenigsten gegen dieselbe, indem bekannt ist, daß der Lauf des Wassers von der Lage des Bodens abhängt, und derselbe sich oft erst nach vielerley Krümmungen gegen das Meer wendet. Die folgenden Beweise zeigen aber die Möglichkeit, daß alles Flußwasser von dem Regen, dem aufgelösten Schnee, und den aus der Atmosphäre sich niederschlagenden feuchten Dünsten herkommen könne. — Wenn das Wasser nach den neuesten Versuchen in eine luftartige Materie aufgelöst und verdünnet werden kann: so giebt es in der Atmosphäre immer Stoff genug, woraus wieder nebst Regen und Schnee durch einen beständigen Wechsel Wasser erzeugt werde.

** Dechales, *curs. math.* t. 3. tr. 17. de font. — Erxleben, Anfangsgr. der Naturlehre §. 738. — Mariotte beweiset, daß sogar der dritte Theil des Regenwassers, welches in einem Jahre fällt, hinlänglich sey, alle Flüsse zu unterhalten. Nach seiner Berechnung sollen in einer jeden Minute 200000 Kubikfuß Wasser durch die Königsbrücke zu Paris fließen; folglich in einem Jahre 105120000000. Dieses ist aber nicht einmal der sechste Theil

ches jährlich aus der Atmosphäre fällt, nicht nur allein hinlänglich sey, die Erde zu befeuchten und die Pflanzen und Thiere zu ernähren, sondern auch überflüßig die Quellen und Flüsse zu unterhalten. 2) In dem Innern der Berge sind große und kleine Wasserbehälter; und die Berge selbst sind zum Theile aus mehrern Schichten und Lagen von schwammichter Erde, porösen Steinen, lockern Sandböden zusammengesetzt, und haben auch viele Risse und Spalten, durch welche das Wasser eindringen kann. 3) Es widerspricht der Erfahrung, daß das Wasser sowohl bey trocknem, als bey Regenwetter in gleicher Geschwindigkeit und Menge aus den perennirenden Quellen fließe.

§. 204.

Daß aus den Quellen Bäche, aus diesen Flüsse, und nach und nach aus dem Zuflusse mehrerer Gewässer große

Theil des Wassers, welches jährlich oberhalb Paris auf das Land herabregnet, welches mit der Seine in Verbindung steht. Denn wenn nach Ausweisung des Hyetometers die Höhe des Regenwassers nur 15 Zoll wäre; so machte die ganze Menge 714150000000 Kubikfuß aus. Es ist aber die mittlere Höhe wenigstens 18 Zoll; (Brisson dict. de phys. giebt 19 an) hiemit auch die Menge des in einem Jahre fallenden Regens ungefehr 856980000000 Kubikfuß, welches mehr als achtmal soviel Wasser ist, als jährlich in der Seine durch Paris fließt. — Eine andere Berechnung von Perrault sieh bey Fr. Baylé, *phys. part.* p. 1. l. 3. s. 2. disp. I. a. 2. de origine fontium vera opinio.

ße Ströme enstehen, ist bekannt. Es giebt Flüsse, welche noch nicht weit von ihrem Ursprunge entfernt schon ansehnlich groß sind, ungeachtet sie bis dahin noch keinen Bach in sich aufgenommen haben. Diese haben entweder starke Quellen in ihrem Bette, oder erhalten Zufluß von verborgenen Wasseradern, welche unter dem Ufer auslaufen.*

§. 205.

Mineralwasser, aqua mineralis, nennt man dasjenige, welches mit aufgelösten Mineralien vermischt ist. Davon giebt es so viele Gattungen und Arten, als verschiedene Fossilien, welche sich unter der Erde mit dem Wasser vereinigen.** Von dieser Beymischung hängt

* Die mehrsten und größten Flüsse entstehen in hohen Gebirgen. Ihr Lauf richtet sich nach den hydrostatischen Gesetzen immer nach den niedrigern Gegenden. Daher kommen so viele Krümmungen und Umwege, bis einer in den andern, und endlich alle zusammen ins Meer sich ergießen. Von der Anzahl und Größe der Flüße; von Flüßen, die zu gewissen Zeiten austreten; von andern, die sich unter der Erde verlieren, und an einem andern Orte wieder hervorkommen, welches auch von dem kaspischen Meere vermuthet wird; von merkwürdigen Wasserfällen; von großen Sümpfen und Seen rc. handelt besonders die Geographie.

** J. G. Wallerius, Hydrologie, übers. von J. D. Denso Berlin 1751. — G. W. Baumer, Naturgeschichte des Mineralreichs. 2. B. Gotha 1764. — Varenius, *geogr. gener.* l. 1. c. 17. — Kircherus, *mund. subterr. l. 5. s. 2. c. 3.*

hängt die besondere Kraft und Wirkung ab, die man an verschiedenen Wässern findet. Z. B. 1) einige sind erdigt, aquae terreae, welche Kreide, Gyps, Kalk ꝛc. mit sich führen.* 2) Andere sind versteinernd, oder inkrustirend, saxosae, petrificantes, incrustantes, welche Körper, die hineingeworfen werden, entweder nur mit einer steinernen Kruste überziehen, oder auch ganz versteinern. Von dieser Art ist ein reißender Bach im Florentinischen, Sena genannt, welcher Holz, Kräuter, u. d. gl. die hineingelegt werden, mit einer Steinkruste bekleidet. Bey Clermont in Auvergne ist eine aus einem Felsen springende Quelle, welche an ihrem Ausgange weiße Steinchen erzeugt. Thiere, welche von diesem Wasser trinken, zähren bald ab, und bekommen in ihrem Magen eine steinerne Kruste.** 3) Metallische Wässer, metalligerae, welche Metalltheilchen von Gold, Silber, Eisen, Kupfer ꝛc. mit sich führen.*** 4) Salzbrunnen, salsae, deren es sehr viele giebt. Varenius zählt nur in Deutschland

* Die flüßige Mondmilch, Scheuchzer Naturg. des Schweitzerl. 1. Th. S. 413. – Mehlquellen, wovon das gypsichte Berg- oder Erdmehl; ferner verschiedene Tophwässer. Sieh meine Naturgeschichte, 2. Aufl. 1. Th. S. 27. 31.

** Das Karlsbader Wasser in Böhmen.

*** Z. B. der Rhein, die Donau, der Po, die Rhone, der Tagus in Europa, der Paktolus in Lydien, der Hebrus in Thracien, der Ganges in Ostindien, der Niger und Zaire in Afrika, und sehr viele Flüsse in Amerika, welche

land bey hundert.* 5) Gesundbrunnen, Sauerwasser, acidulae, medicatae, welche nach Beschaffenheit, Menge und Mischung der darinn aufgelösten und enthaltenen Mineralien verschiedene Heilkräfte besitzen.** 6) Andere sind mit unterschiedlichen fremdartigen Flüßigkeiten vermischt, z. B. mit ölichten, harzichten, schwefelichten Theilen u. s. m. Auf einem

welche Gold mit sich führen. Die Zementwässer in den ungarischen, schwedischen, siberischen u. a. Kupferbergwerken. s. meine Naturg. 1. Th. S. 225. 235.

* Z. B. Kochsalzquellen zu Orb im Mainzischen, bey Kreuznach in der untern Pfalz, bey Nauheim im Hanauischen, bey Kissingen im Wirzburgischen, bey Salzschlirf im Fuldaischen, bey Allendorff in Hessen, bey Dissen im Osnabruckischen, bey Salzkoten im Paderbornischen, bey Rheine im Münsterischen, bey Halle und Canstatt in Schwaben, bey Reichenhall und Traunstein in Bayern, im Enzthale in Steyermark, u. v. a. m. in andern Ländern. — Das Wasser wird Salpeter- Alaun- Vitriol-artig, wenn es durch Erden geht, welche dergleichen Salze enthalten.

** Das schwalbacher und werker Wasser unweit Mainz, das Selzer- Dünnsteiner- Sedlitzer- Lauchstädter- Pyrmonter- Fachinger- Spa-Wasser, 2c. Die in dergleichen Wässern häufig enthaltene fixe Luft war schon Verdries unter dem Namen eines scharfen Dunstes, halitus acris, bekannt. *phys. spec.* c. 4. §. 9. In einigen befindet sich viel Eisenocker, in andern mineralisches fixes, auch flüchtiges Alkali. Berger, *de therm. carol.* c. 7. Varenius, *geogr. t.* 1. c. 17. pr. 6.

nem Brunnen in Schottland schwimmt ein schwarzes Oel. Erdharzichte Quellen giebt es viele in Persien und Italien, welche so häufige brennbare Dünste ausstoßen, daß sie sich an der Flamme augenblicklich entzünden. Bey Toledo ist eine Quelle, Nava genannt, von solcher Schärfe, daß ein hineingeworfenes Viertel von einem Ochsen z. B. innerhalb einer Stunde bis auf die Knochen verzehrt wird. Diese Quelle ist voll Merkurialdünste; aber vom Filtriren durch eine mit Alaun, Vitriol, Salpeter gesättigte Erde wird das Wasser so verbessert, daß es sehr brauchbar ist. *

Anmerk. Was für eine Art Mineralien und wieviel davon in mineralischen Wässern enthalten sey, welches zu wissen einem Arzte viel daran gelegen ist, erfährt man besonders durch zweyerley Versuche, nämlich durch den Niederschlag oder durch die Abdampfung. Auch der verschiedene Geruch und Geschmack verräth öfters den Inhalt. Ein laugenhafter Geschmack zeigt Alkali an, ein salzichter gemeines Kochsalz, ein bitterlichter Salpeter, ein herber und zusammenziehender Vitriol; ein schwefelartiger, oder einem

* Ein heilsamer Schwefelbrunnen bey Weilbach einige Stunden von Mainz. — Mehrere Beyspiele von Quellen dieser Art, sowohl heilsamen als schädlichen, findet man bey Hauser, *part. phys.* p. 5. q. 3. a. 2. und Fr. Baylé *phys. part.* p. 1. l. 3. f. 2. *disp.* 2. a. 1.

einem stinkenden Eye ähnlicher Schwefel, ein harzichter beygemischtes Erdharz u. s. w.*

§. 206.

Warme Bäder, thermae, sind warmes aus der Erde quellendes Wasser. Varenius erzählt, daß in Island eine heiße Quelle sey, welche dem siedheißen Wasser über dem Feuer gleiche. Besonders berühmt sind auch die heißen Quellen in Japan. Die in Deutschland, z. B. zu Achen, sind nicht so heiß;** auch nicht so zahlreich, als in Italien. Die Wärme dieser Bäder scheint von aufgelösten Salz- Harz- und Schwefeltheilchen verursacht zu werden, welche sich in den unter-

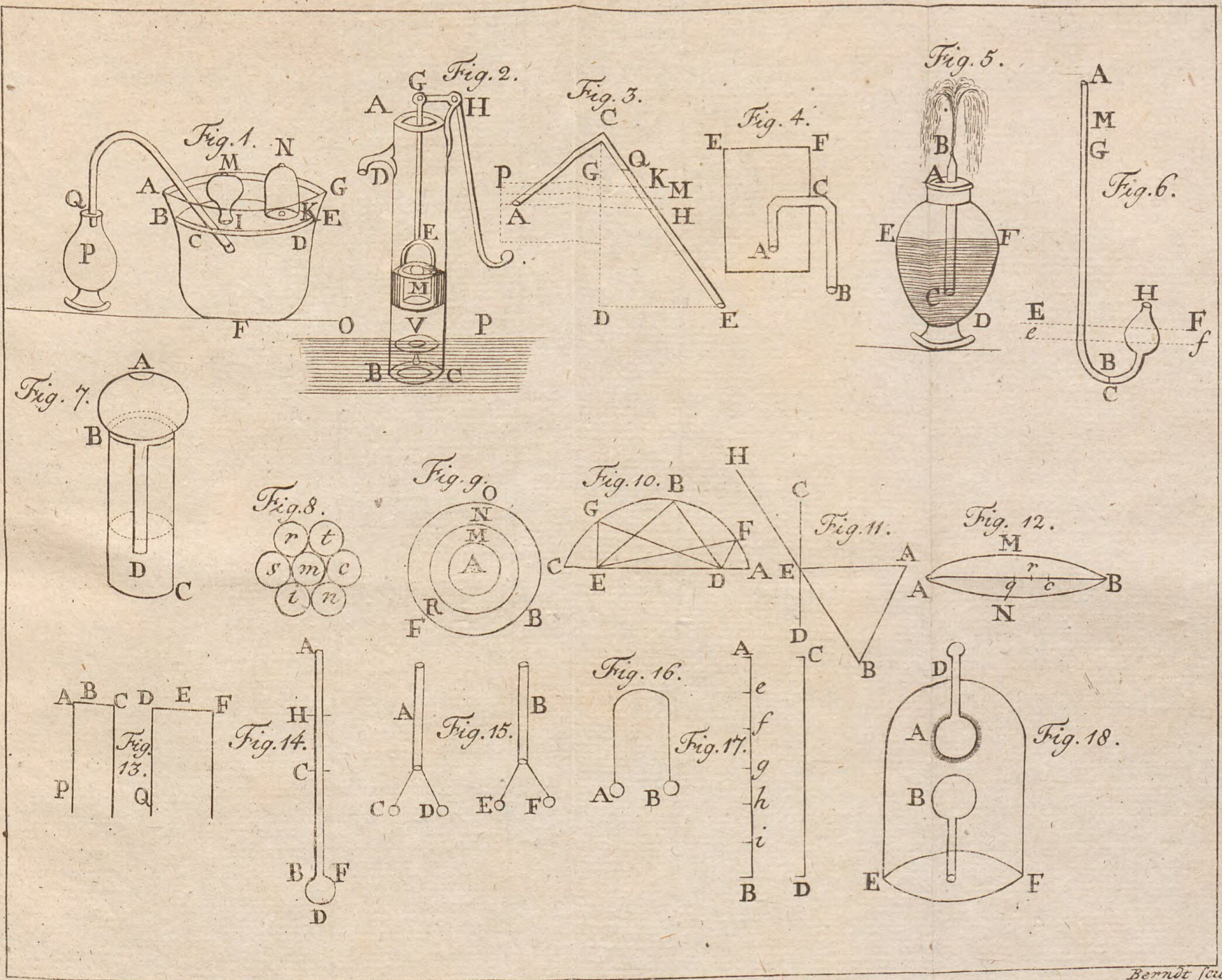
* T. Bergmann, de analysi aquarum, in seiner Sammlung chemischer Schriften. — Hofmann, *opp. t.* 5. *dissert.* de aqua, medicina universali.

** Das Wisbad und mehrere andere Bäder in Deutschland, sind an ihrer Quelle siedend heiß, so daß darinn in sehr kurzer Zeit Eyer hart gesotten, Schweine u. d. gl. gebrüht werden können. Auch weit von der Quelle entfernt und vertheilt bleibt das Wasser noch mehrere Stunden lange heiß. Die *Memoires de Trévoux* zählen in Frankreich 50, in Italien 86, in Deutschland 120 warme Bäder. In dem atlantischen Meere, und unter 1000 philippinischen Inseln ist kaum eine, auf welcher keines anzutreffen wäre. In den Gegenden, wo feuerspeyende Berge waren, oder noch sind; wo es viele Eisen- und Schwefelerze giebt, da sind die warmen Bäder nicht selten.

unterirdischen Gängen häufig einfinden, durch welche das Wasser fließt.* Daraus erhellet, warum oft sehr nahe bey diesen Quellen andere ganz kalte seyn; warum die warmen Quellen einen Schwefelgeruch von sich geben; warum sie häufiger an Orten angetroffen werden, wo Eisen- und Schwefelerze in größerer Menge befindlich sind.

* Sieh oben §§. 96. 99. 100. und 3. Th. §. 104. 105. u. f.

Ende des zweyten Theils.



Bruchhausen 2r thl:

Berndt sculp:

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Bruchausen, Anton

Anton Bruchausen Professor auf der Universität zu Münster Anweisung zur Physik mit 1 Kupfertafel

Bd.: 2

Mainz 1790

Phys.g. 57-2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10130837-3
VD18 80052231